

# Solar energy awning

An environmentally friendly way to produce energy for cooling apartment building

Metropolia University of Applied Sciences

Degree: Bachelor of engineering

Degree Programme: Environmental Engineering

Thesis

Date 24.3.2017

Author(s) Title Number of Pages Date	Tarja Kinisjärvi Solar energy awning: An environmentally friendly way to produce energy for cooling apartment building. 35 pages + 4 appendices 24 <sup>rd</sup> of March 2017
Degree	Bachelor of engineering
Degree Programme	Environmental Engineering
Specialisation option	Renewable Energy Technologies
Instructor(s)	Kari Salmi Metropolia Principal Lecturer Sanna Rousu VTT Senior Scientist
<p>The first aim of this thesis was to provide VTT Technical Research Center of Finland Ltd insight into how the apartment building residents, maintenance, property managers and businesses felt about a product combination made out of thin film solar cell awning and a cooling unit. In order to achieve this, a query was conducted. The second aim was to provide an energy friendly cooling method to apartment buildings that have apartments on the south side of the building with high temperatures of 30 °C to 32 °C starting from May and ending around August and September. One of the purposes of this thesis was to show that there has been a change in the extent of the autumn temperatures, which has started to affect more people. The thesis also provides information on how the heat waves affect people's health and how the amount of sunlight affects people in general. Thin film solar energy technology and R2R printing as an option for manufacturing will be presented.</p> <p>The results of the query were mainly positive, and the end users both from business and resident side showed interest in the solar cell awning product itself. However, there was some hesitation among the business end users towards the coloring of the awning. Some had difficulty to see possibilities in the electricity use among customers while admitting that idea has potential and found the green value of the solar awning important. Residents showed interest towards the awning and cooling combination, but more answers would be needed to make further conclusions on the business potential as property managers did not show interest towards the solar cell awning.</p>	
Keywords	solar energy, thin film, heat wave, R2R, OPV, Perovskite

Tekijä Otsikko	Tarja Kinisjärvi Aurinkoenergiamarkiisilla ympäristöystävällistä energian tuotantoa kerrostalon viilennykseen
Sivumäärä Aika	35 sivua + 4 liitettä 24.3.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Ympäristötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Uusiutuvan energian tekniikat
Ohjaajat	Yliopettaja Kari Salmi Metropolia Team Leader Sanna Rousu VTT
<p>Opinnäytetyön ensisijainen päämäärä oli tarjota Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:lle katsausta siitä, miten kerrostalojen asukkaat, huolto, isännöitsijät ja yritykset ajattelevat ohutkalvoaurinkokennomarkiisi- ja viilennysyksikkö -tuoteyhdistelmästä. Tämän selvittämiseksi laadittiin kysely. Toisena päämääränä oli tarjota energiaystävällinen viilennysmetodi etelän ilmansuuntaan suuntautuville kerrostaloasunnoille, joissa on 30 - 32 °C lämmintä toukokuusta elo- ja lokakuuhun. Yhtenä tarkoituksena oli myös osoittaa muutokset syksyn lämpötiloissa, jotka ovat alkaneet vaikuttamaan osaan väestöstä. Opinnäytetyö tarjoaa tietoa helteiden terveysvaikutuksista ja siitä, miten auringonvalo yleisesti ottaen vaikuttaa ihmisiin. Myös ohutkalvo- ja sen valmistusteknologia esitellään.</p> <p>Kyselyn tulokset olivat pääasiassa positiiviset, ja loppukäyttäjät sekä yritys- että asukaspuolella osoittivat kiinnostusta aurinkokenno-tuoteideaa kohtaan. Jonkinasteista epärointiä oli havaittavissa loppukäyttäjien keskuudessa tuotteen väriin liittyen. Osalla vastaajista oli vaikea hahmottaa aurinkokennomarkiisin sähköntuotantomahdollisuuksia. Vastaajat kuitenkin arvioivat aurinkokennomarkiisilla olevan potentiaalia ja myönsivät tuotteella olevan vihreää arvoa. Asukkaat osoittivat kiinnostusta aurinkokennomarkiisi- ja viilennysyksikkö-tuoteyhdistelmää kohtaan, mutta ottaen huomioon vastauksien määrän lisähaastatteluita tarvitaan aiheesta. Isännöitsijät eivät osoittaneet kiinnostusta aurinkokennomarkiisia kohtaan.</p>	
Avainsanat	Aurinkoenergia, ohutkalvo, helteet, R2R, OPV, Perovskite

## Contents

1	Acknowledgements	1
2	Introduction	1
2.1	Commissioning company	2
3	Effects of heat	3
3.1	Idea behind the thesis topic	5
3.2	Green house effect inside apartment	7
3.3	Heat in Finland	8
3.4	Heat in New York	9
4	Solar energy awning	11
4.1	Installation permits	16
4.2	Awning sensors	17
5	Thin film solar cells	17
5.1	Different thin film materials	18
5.2	Semiconductor behavior	18
5.3	Organic Photovoltaic Cell	20
5.4	Perovskite	21
5.5	Roll-to-roll technology (R2R)	22
6	Cooling unit	24
7	Methodology	25
8	Query results	31
9	Possibilities	33
	References	
	Appendices	
	Appendix 1. Online query pages	
	Appendix 2. Interview material	
	Appendix 3. Annual temperature figures from May to September, Finland, Helsinki	
	Appendix 4. Opinnäytetyöaiheen esittely markkinointinäkökulmasta Helen Oy:lle	

## 1 Acknowledgements

International Business Teacher Ritva Salmela and Metropolia's IT-department have my deepest gratitude for helping me out with Photoshop. I do not know how I would have managed without your valuable help and advises on finding the right campuses and how to use the program. I also wish to thank Jarno Ahtonen from Artic Kaihdin Oy who provided me with Sandatex awning program and Tapio Ritvonen and Sanna Rousu from VTT for providing me information on the VTT thin film production plan. Thank you for your positive attitude and open-mindedness.

I also wish to thank Maarit Mannila at Finland's National Board of Antiquities, who gave me valuable information on the regulations of the Helsinki City and also gave me tips on who to contact next. My thanks also go to the people at Climate Street who provided contact informations; Mikko Martikka, Lilli Linkola, Marja Järvenpää. Special thanks to Pekka Rantala at Tekes who did not save any punches on questions concerning the marketing side. I learned a lot from our conversation.

Cristina Piattelli, who is the European Marketing Coordinator and Samuele Peli, who is the General Manager Sales from Seeley International Europe, provided me with technical information on the Seeley products, I thank you for your generosity. Markus Hösel and Runnan Lou shared their research with me through ResearchGate. Your work has been very inspirational and I was thrilled to read about your findings. And last but not least I would like to thank all the people who took part in the query because you made the thesis possible.

## 2 Introduction

The original aim of this thesis was to provide VTT Technical Research Center of Finland Ltd insight into how the apartment building residents, maintenance, property managers and businesses felt about a product combination made out of thin film solar cell awning and a cooling unit. The awning material would be made out of flexible and light organic photovoltaic cell made by VTT. This turned out to be a challenge since, despite the 50 email addresses and the help from Climate Streets in Helsinki and Vantaa, the answering response rate was extremely low. The query methods and the results will be introduced in this thesis as well as the other findings that were discovered through

background research. The queries were continued on three different occasions and once it became clear that the response rate would not change, the aim of the thesis was slightly changed as the query final due date closed.

The altered aim of this thesis was to provide an energy friendly cooling method to apartment buildings that have apartments on the south side of the building with high temperatures of 30 °C to 32 °C starting from May and ending around August and September. The recommended apartment temperature in Finland is 20 – 22 °C [1]. The chosen city examples for this thesis are Helsinki and New York. The decision for New York was made on the basis on the past year's news headlines on power outages in New York due to the heat waves [2:3]. Helsinki was chosen on the basis of the author's own experiences while living in apartment with heat problems in summer and autumn.

One of the purposes of this thesis was to show that there has been a change in the extent of the autumn temperatures which has started to affect more people. The thesis also provides information on the health effects heat waves have on people and how the amount of sunlight affects people in general. Thin film solar energy technology and R2R printing as a manufacturing technology will be presented.

## 2.1 Commissioning company

VTT has taken part in a Challenge Finland project with a project title of “Feathery façades for positive energy buildings”. The aim is to support the idea of a zero energy building by providing an alternative and / or additional option for the heavy, expensive and bulky solar panels with a light, recyclable, flexible and thin solar film. For the first time there could be a solar energy product that could be manufactured to look the same as the building itself or give additional aesthetic value by utilizing printing technology that would also give the thin film a reasonable price. VTT is looking for new partners from the manufacturing of the thin film solar panel all the way to the installation, end users, designers and maintenance.

The thesis project started with scoping out potential co-operation companies for VTT from the awning and cooling unit sectors. One of the companies that had already shown interest on the solar energy topic was a company called Artic Kaihdin Ltd that had commissioned a thesis from a student called Tapio Hiekkaniemi taking a design degree at Savonia University of Applied Sciences. The thesis topic included blinds and

other office curtain solutions using solar thin film as its material [10,p.6] therefore, the subject of this thesis had to be narrowed down to cover awnings only. This thesis will introduce different material options for the solar thin film.

### 3 Effects of heat

One of the accelerating factors with climate change is energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions. Cooling of the apartment should be done in an environmentally and electricity grid friendly way so that it would not contribute to the CO<sub>2</sub> emissions and the electricity consumption since this would contribute further to the climate change itself that has created the problem in the first place. One way to do this would be to install solar panels on the building roof. Since this is not feasible in apartment buildings as the roof area is often not sufficient enough and the dark solar panels would attract more infrared radiation and therefore heat would be then emitted further into the apartment building structures. The sides of the building cannot have solar panels due to the city regulations. One way to solve this problem would be to install unified colored and shaped thin film solar energy awnings or shades on the south side of the apartment building that would directly provide electricity to the residents own cooling unit or provide energy to a cooling system covering the whole building.

The temperatures during autumn months in August and in September have been on steady rise since 21<sup>st</sup> century [Figure 3.4, Figure 3.5, Appendix 3]. The Finnish Meteorological Institute's Figure 1 below shows the differences in the temperature deviation as an average. June seems to be only month that does not show huge differences in the average temperatures in Finland according to figures in Appendix 3.

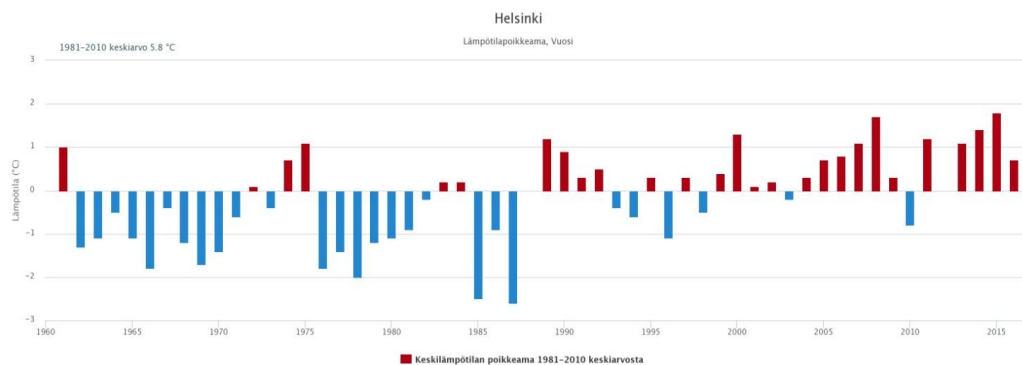


Figure 1: Annual temperature deviation from the average in Helsinki [5].

In Central Park New York the annual means started to show strong differences after the 1950 - 1970's growth period of the city [4,p.4:6].

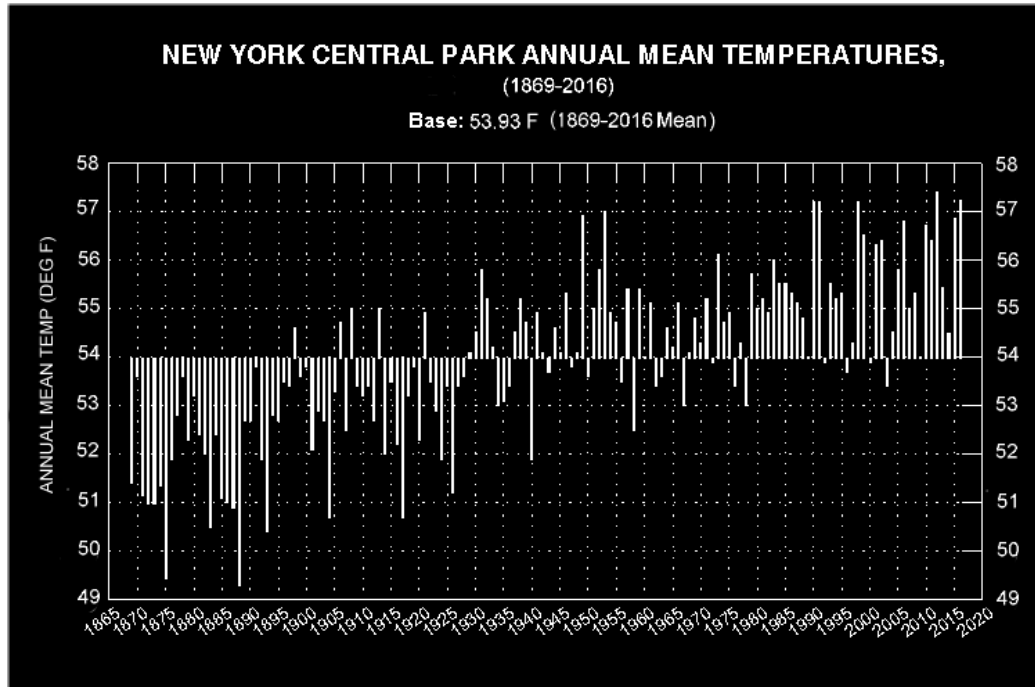


Figure 2: Annual mean temperatures for New York Central Park [6].

Differences between Helsinki and Sodankylä in Figure 3 seem to indicate that South Finland has had more of a steady rise in the temperatures compared to North Finland. North Finland's temperature averages have gotten nearer zero indicating that the cold temperatures have not been as low as they have been during previous decades.



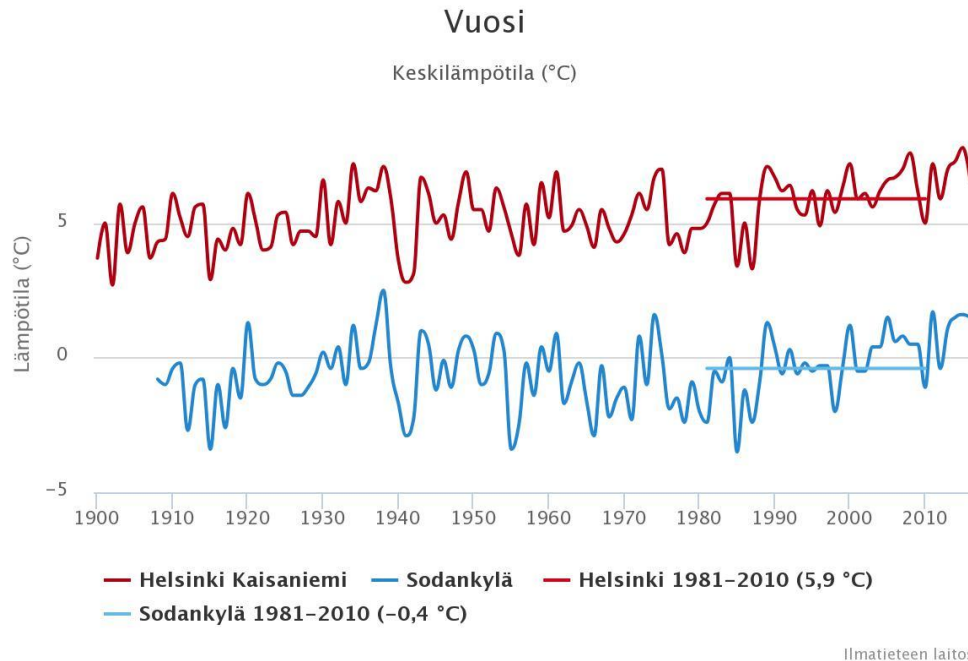


Figure 3: Changes in the mean temperature over the decades in Helsinki and Sodankylä [7].

### 3.1 Idea behind the thesis topic

The idea for the thesis topic stems from the author's own experiences in living in a south side apartment that had a 30 - 32 °C indoor temperature from May to August with little chance of cooling it down. Previous apartment buildings had no problems with heat due to the shade coverage provided by trees or the building side was facing another compass point.

People in Helsinki who cannot afford over 1000 W cooling units or do not live in an apartment that has a balcony, usually cannot install heat pumps easily into their windows because of the city and housing cooperative regulations and can therefore, suffer more from the heat than the other building residents [8]. The apartment buildings on the south side are cheaper to buy therefore, owners tend to ask less rent from them and this makes the lower income residents more likely to move to apartments on the south side than any other group of people. Usually people with lower incomes are elderly people, students or people who cannot work regularly.

Climate change has influenced the average temperatures during spring and autumn which can be seen through the changes in insect and bird migration [9]. The warmer autumn temperatures have made summer time longer and this affects the need for

cooling of buildings. More energy is needed. Earlier the temperatures were close to the average or they followed the earlier decade temperatures recorded, whereas now, they have started to show changes after the 21<sup>st</sup> century both in Finland and in New York as shown in the figures in Appendix 3 and in Figure 2 [5:6].

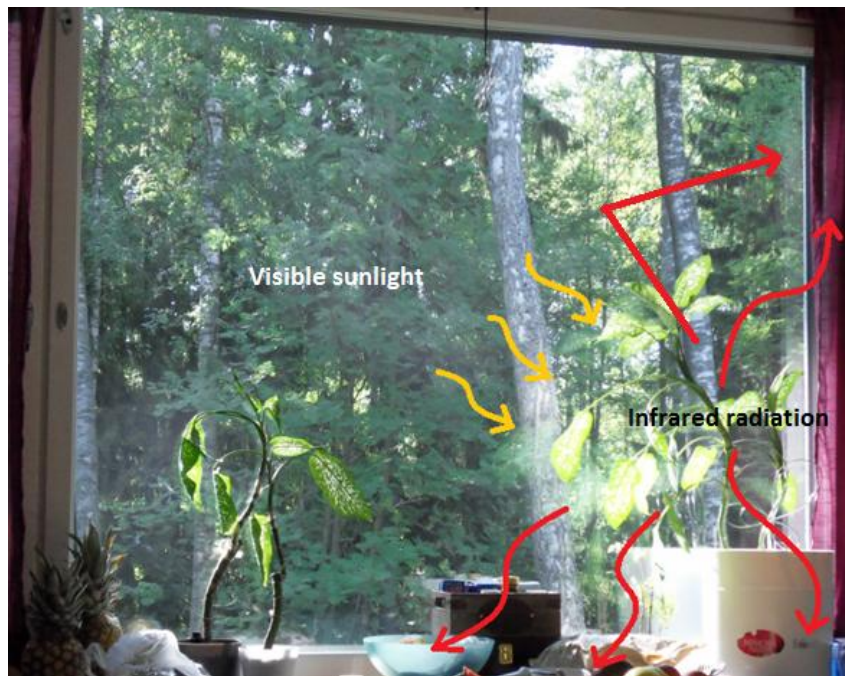
Heat is considered to be over a heat limit in Finland when the temperature is over 25.1°C. In the United States, the heat limit depends on the state in question. In New York the guide line during heat waves is to keep apartment at 78 °F (25.6 °C) when at home and 85 °F (29.4°C) when apartment is empty [11]. 80% of the heat related incidents in New York have been for people not using a cooling unit in their apartment [34]. Heat can cause drowsiness, dehydration, exhaustion and death. Prolonged heat can also have a psychological effect on people causing for example depression [12]. Infants, children under the age of four and adults that fall into a risk group due to their health issues are more sensitive to heat related illnesses and therefore need to take special care during the heat waves [14, p.101].

The idea behind the solar thin film awning is to minimize the infrared radiations access and absorption into the building through apartment window glasses. Shading of the windows is the first action and second is the additional cooling. If the temperature could be dropped by 4 °C per each south side apartment, it might eventually have impact on the whole building itself. Devices such computers, refrigerators, freezers would consume less energy because they would not need to cool down the units so much as before the temperature drop.

The apartment buildings engine rooms might also use less energy because the demand for the whole building could be smaller. On an annual scale, this could mean real savings additional to the savings that the solar awning is giving the cooling unit as free energy from the sun. Even though the property owner might not see the effects in the savings immediately, the apartment residents might experience relief in their own welfare, and this would mean in the long run that the residents might stay longer in the building and the apartment owner would have less empty apartment months between the old and new residents. This would also mean that when residents are choosing between apartments the ones that have a cooling unit installed might win [13].

### 3.2 Green house effect inside apartment

As the short-wave visible light is absorbed by the window glass, it is then transformed into long-wave infrared light that cannot penetrate the glass in the same way as the short-wave light could and is therefore trapped in the apartment (Picture 1). The infrared light is then emitted further inside the apartment regardless of the shading behind the window glass. The curtains, window frames and the wall around it will absorb the infrared light and emit it forward. This is what warms the apartment. The infrared radiation will also guarantee that the temperature will stay the same even during the cloudy days and weeks when the sun is not shining as the apartment is still emitting the stored infrared radiation from its structures into the apartment.



Picture 1: Visible light enters the apartment through the window as short-wave radiation and penetrates the glass. As doing so, the short-wave transforms into long-wave infrared radiation that does not penetrate the glass and is reflected back into the apartment and is absorbed by the surrounding material as heat.

South side apartments usually get more sun time as the compass point is between the sunrise and the sunset. Temperature gradually starts to rise after winter as the sun begins to shine from higher latitude and then many residents both in Finland and in New York have to use air conditioning such as heat pumps, heat-air pumps or fans in their apartments in order to try to cool down the apartment. This requires energy and will affect the CO<sub>2</sub> emissions. The growing energy demand has affected the aging elec-

tricity grid in the Tri-State area in New York into the extent that during the last decade the area has experienced power outages that have been directly connected to heat waves [2]. Outages leave people without any methods of cooling and create a health issue especially in big cities like New York. In Helsinki the residents are not experiencing outages due to heat waves as the electricity grids in Finland are in good condition.

The author's own experiences of living at a constant temperature of 30 - 32 °C were that sleeping patterns were irregular as sleep was restricted to only a few hours each night due to the heat even though windows were open and the air fan was on the entire night. Block-out (room darkening) curtains were in use, but they did not work as the direct sunlight had already transformed into infrared light as it hit the window glass, penetrated the double glass and was then emitted into the apartment further from the curtains. The time spent outside the apartment was limited because the apartment had to be aired on a regular basis otherwise, the heat would become even worse during night time. Indoor thermometer was in use that was first kept next to the window, but because the infrared radiation was intense next to the curtains, it was moved closer to the wall. Otherwise, the thermometer would have shown higher temperatures that were not the same in the back part of the apartment. The temperature was around 30 - 32 °C almost every day from May to August. Exercising had to be minimized since due to the heat, the lack of sleep and eating gave a feeling of being drained. This restricted normal living. Moving out of the apartment was not possible due to student status, and it was not easy to find apartment with lower rent than the one that already was paid.

### 3.3 Heat in Finland

The Finnish heat pump association's data in Figure 4 below shows the increase in the sales of the heat pumps since 2003. When compared to the annual temperature mean Figure 1 on page 1 the trend seems to follow the same path as SULPUs table (Figure 4): There is a drop in sales in 2009 – 2010 when the temperature averages were lower and sales were up 2008 when the averages were the highest and then the same happened on 2011. This is of course not direct correlation but shows interesting trends in ILP and PILP sales that seem to react to the warmer weathers in Finland.

### Lämpöpumppojen myyntimäärät vuosittain 1996-2012 kappaleina

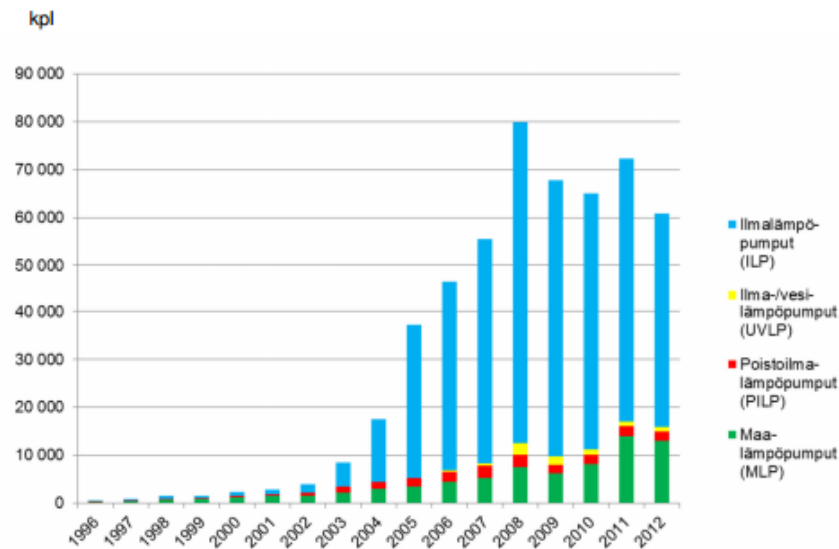


Figure 4: Annual sale of heat pumps in Finland during 1996 – 2012 [15].

The thin film solar awning and cooling unit combination if working efficiently enough might give a small rise to the value of the south side apartments because the residents could enjoy sunlight without the negative impacts that the direct sunlight might have on the apartment without the awning. The apartments in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> floor have a security issue when forced to keep their windows open during the night. The upper apartments on the south side would not have this problem.

#### 3.4 Heat in New York

During warm days, the city center can feel 7°F (13.9°C) warmer than the surrounding area around the city due to the urban heat island effect. The elevated heat inside the city is born when the direct sunlight is absorbed by the black pavement and dark colored glass buildings which lack shading. The lack of vegetation also warms the city environment. The infrastructure of the city itself releases heat during the day, for example, industries that create heat through process fumes and the buildings cooling systems that dump the hot air outside. Therefore, the heat absorbed during the day by the city surroundings is released during the night as the city surfaces cool down and therefore emit the infrared radiation to the surroundings. This helps to prolong the heat wave days, and the heat also feels hotter when the air moisture content rises along

with the heat. Weather news take this factor into account when giving forecast in the United States, and it can be used to estimate how hot days really feel to people in the city when you take the air moisture into account [14,p.99-100].

New York City has started NYC Cool Roofs Program where building roofs are painted white in order to reflect the visible sunlight: this will cool the building. Trees and other vegetation have been planted on rooftops and other parts of the city to prevent the heat. [14, p.108-109] Last year alone New York also provided 500 cooling centers around the city where people could go to escape the heat. Many public pools were kept open longer than the normal open hours. New York has also launched “Be a Buddy” - campaign to ensure that people that might be suffering from symptoms caused by the heat would get help as soon as possible as people look after their neighbours [14,p.105]. It has been estimated that nearly 600 people lost their lives due to complications caused by prolonged heat exposure during the years 2000 - 2006 and as the heat days are estimated to be on the rise, the expected death rate for the upcoming next 60 years is about 3000 annual deaths in the New York City area (not in the whole Tri-State area) [16].

New York is one city among many facing this problem, and during the heat waves, the old infrastructure of the electricity grid is under heavy strain. The annual temperature in Central Park has been under observation since the beginning of the 20<sup>th</sup> century (Figure 5). In New York 14<sup>th</sup> of August 2016 there were 11 200 people without electricity in the Tri-State area during the heat wave and without cooling units that need electricity to work [3]. With thin film solar awning, the user would not be dependent on electricity in order to cool the apartment.

**OBSERVED ANNUAL TEMPERATURE IN CENTRAL PARK (1900 - 2011)**

Source: NPCC, 2013

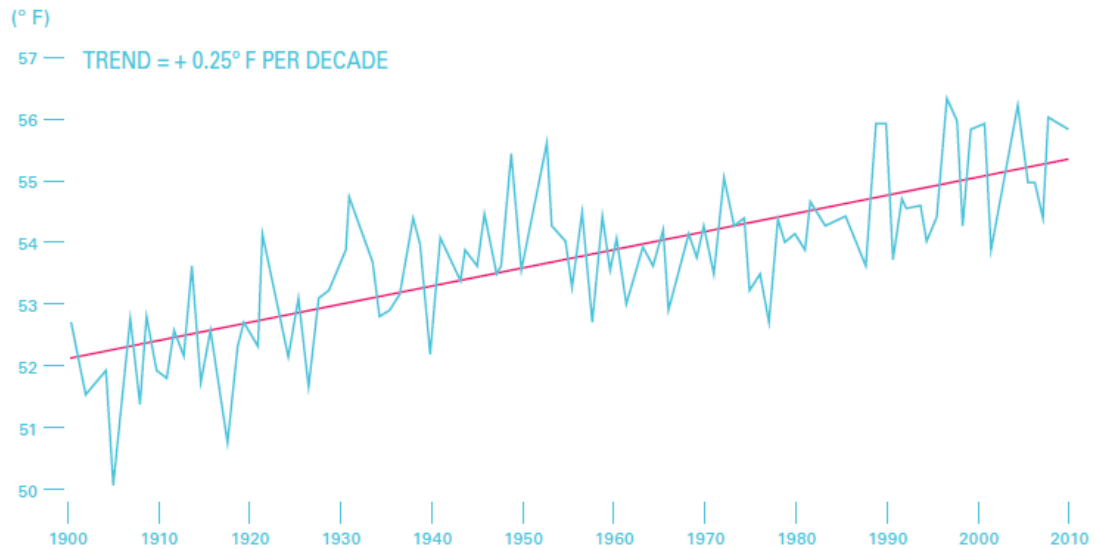


Figure 5: Annual temperature in Central Park [14,p.105].

#### 4 Solar energy awning

A solar energy awning has been patented by Hermann-Frank Müller [17]. The closest products for solar energy awnings on the market have been designed for boats, army and other type of portable solutions that can be taken along to a hike. The solar energy awning that is the closest one to this thesis idea has been produced by Living Stores in co-operation with Swiss BiPV Competence Centre (Picture 2) [18].



## SUPSI

Swiss BiPV Competence Centre

### Detail sheet

#### Waterproofing membranes (Sunblind elements)

### Solar Shade System



<b>Product</b>	<b>Solar Shade System</b>
<b>Producer / CH supplier</b>	<b>Living Stores</b>
<b>Address</b>	<b>Raphael Gubinelli Rue du Village 1, CP 17 CH-1055 Froideville</b>
<b>Contact</b>	<b>Tel: +41 21 881 55 79 Fax: +41 21 881 55 78 Mail : <a href="mailto:commandes@living-stores.com">commandes@living-stores.com</a> Web: <a href="http://www.living-stores.com">www.living-stores.com</a></b>

#### Product specifics

Solar Shade System is a curtain equipped with a flexible photovoltaic module directly integrated in the fabric. Therefore, its installation does not require a specific assembly system.

Picture 2: Living Stores solar shade system [18].

The company Living Store does not seem to sell the product to the public as there are no online pages marketing or selling the product. Their photovoltaic module is integrated directly onto the fabric and does not cover the whole awning. Another company that sells flexible solar awnings is called Flexcell. Their solar awnings are made in Switzerland. Their company pages are not in use either but their products are being sold at [selectsolargadgets.co.uk](http://selectsolargadgets.co.uk). Third company selling flexible solar products is a company in the United States called Powerfilm Solar Inc. Their products range from 7 W to 60 W and their rollable solar panels are made out of Polyimide substrate with amorphous silicon.

The ideal flexible solar energy awning and cooling unit product combination would give an alternative for a bulky solar air conditioner package such as Solair World International is selling (Picture 3).



**SOLAIR WORLD™ INTERNATIONAL**  
**HYBRID**

**Solar Air Conditioner**  
SEER 35 I Solar Hybrid Heat Pump  
MODEL: CT-ACDC18

- Connect up to 5 solar panels (Max 1250W)
- Runs on solar power & AC power
- 18,000 BTU Cooling/25,000 BTU Heating
- Plug-and-play solar connection
- No batteries required

Wall Mount Indoor Unit (IDU)

Outdoor Unit (ODU)

Utilize up to **90%** PV Power During Peak Sun Hours

**Home**  
Keep the inside cool all day for next to nothing in energy costs. Preventing daytime heat build-up also cuts evening cooling costs.

**Office**  
Keep the work area comfortable during business hours for pennies per day. Cool or heat up to 750 Sq. Ft. (69m<sup>2</sup>).

**International**  
Compatible with 50Hz and 60Hz power, use it anywhere in the world.

**Ultra-High SEER Solar Air Conditioner**

Simple to Install  
This unit installs exactly like a normal mini-split air conditioner. Standard MC4 solar connectors and cabling can be used to connect the solar panels directly to the A/C unit.

Picture 3: These product packages are sold by Solair World International (LinkedIn 1.9.2016) [19].

In the interest of this thesis topic, the different awning shading types have been categorized into two groups: shading in front and behind the window glass. The second shading option is not going to be introduced since only the first shading option is of interest in this thesis. One of the shading designs in front of the window is called an awning (also known as marquee). They can be either fixed, stationary, retractable or folding arm awnings and their usual shapes are waterfall, ornamental, dome and crescent (Pictures 5, 6 and 7). The awnings can also be encased inside a protective cassette or have a piece of fabric as an extra sun cover on the edge of the awning (Picture 5) [20].

Another shade type is a screen that is installed outside the window, and it moves along tracks to close and open (Picture 4) [23].



Picture 4: Screen shade and its tracks. Picture has been taken at the Artic Kaihdin Ltd store.

Since the screen in front of the window blocks the view partially so that the daylight is not visible through the screen as it would be with an awning, this might have some psychological effect on the user [21].



Picture 5: Three different shade types at Artic Kaihdin Ltd store. All of them are ornamental and retractable. The upper two awnings are called folding arm awnings.

Especially in apartments where the residents have been living sheltered from the direct sunlight, the psychological effect is even greater with the high temperature in the apartment [21].



Picture 6: Restaurant Vltava at Elielinaukio in Helsinki has both slope and ornamental shapes in use. The slope model covers a terrace.

Umbrellas and portable terrace shelters are used to cover outdoor lounging areas. Restaurants, hotels, bars and private sectors use these. This form could also be used with the thin film solar cell to produce power to customers or for businesses. The thesis focuses on the retractable awning which is ornamental and slope modeled.

A)



B)



Picture 7: Dome shaped awning at Hotel Kämp at Eteläesplanadi in Helsinki with (A) side view and (B) inside view.

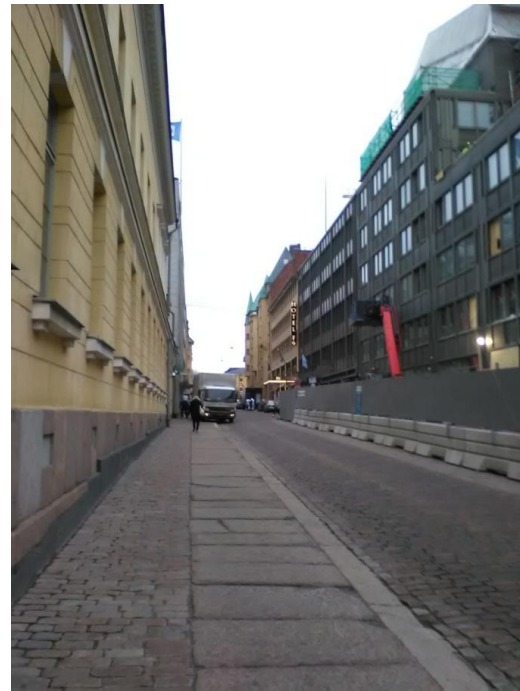
#### 4.1 Installation permits

As the awnings and the shades will have an effect on the buildings street view the installation requires a permit. In Finland the Public Works Department is the authority that determines whether awnings or shades can be installed. The colors and shapes have to be uniform in appearance and compatible with the building itself, and the awning have to be installed into the embrasure. When the awning is open from its sides and is installed on the 1<sup>st</sup> floor, its installation needs no permit. If the awning does not meet the regulation, it can be removed. The protected buildings in Helsinki could also have awnings installed, but the mechanism would have to be as little damaging to the embrasure as possible [22]. Installation permits are viewed separately so that each case is unique.

A)



B)



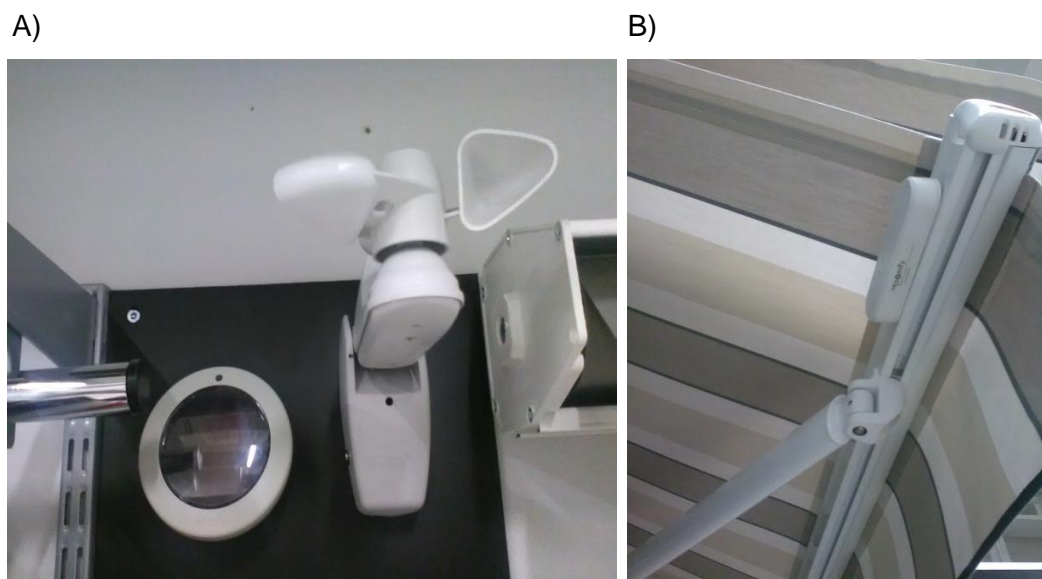
Picture 8: Hotel F6 at Fabian street in Helsinki (A) and the view of the street from the North-Esplanadi corner (B).

It has been speculated that household deduction might be possible in the future when using a product that produces energy for the building if and when the new regulations on the zero energy or positive energy buildings are redefined.



## 4.2 Awning sensors

There are three different sensors in common use along with the awnings. Wind sensor that measures the wind speed, sun sensor that gives the awning the power to close itself when either the user or the wind sensors gives the command. Then there is a sensor that measures the horizontal movement of the awning. The first and third are used to protect the awning: when the wind speed or the horizontal movement is strong enough, the sensor will give a command to close the awning so that it would not break down [23].



Picture 9: Sensors used with awnings: (A) solar sensor as an energy source and a wind speed sensor, and a horizontal movement sensor (B).

## 5 Thin film solar cells

Organic photovoltaic cell also known as organic PV and OPV for short is composed of different layers and two of them are semiconductor layers. Depending on the purpose of the thin film structure and the manufacturer, the layers of OPV films can differ from each other as different metals can be used as well as different manufacturing methods. The organic PVs manufactured in VTTs test factory are either standard configuration type or inverted type [24,p.56,p.61] .

### 5.1 Different thin film materials

There are many material options for thin film solar cells (Figure 6):

CIGS (CZTS) (Copper Indium Gallium Selenide)

CdTe (Cadmium Telluride)

a-Si:H (Amorphius Silicon / Hydrogenated)

Dye-sensitized (nanotechnology)

Perovskite

Organic PV

Out of these options, this thesis will concentrate on the organic PV and the Perovskite solar cells.

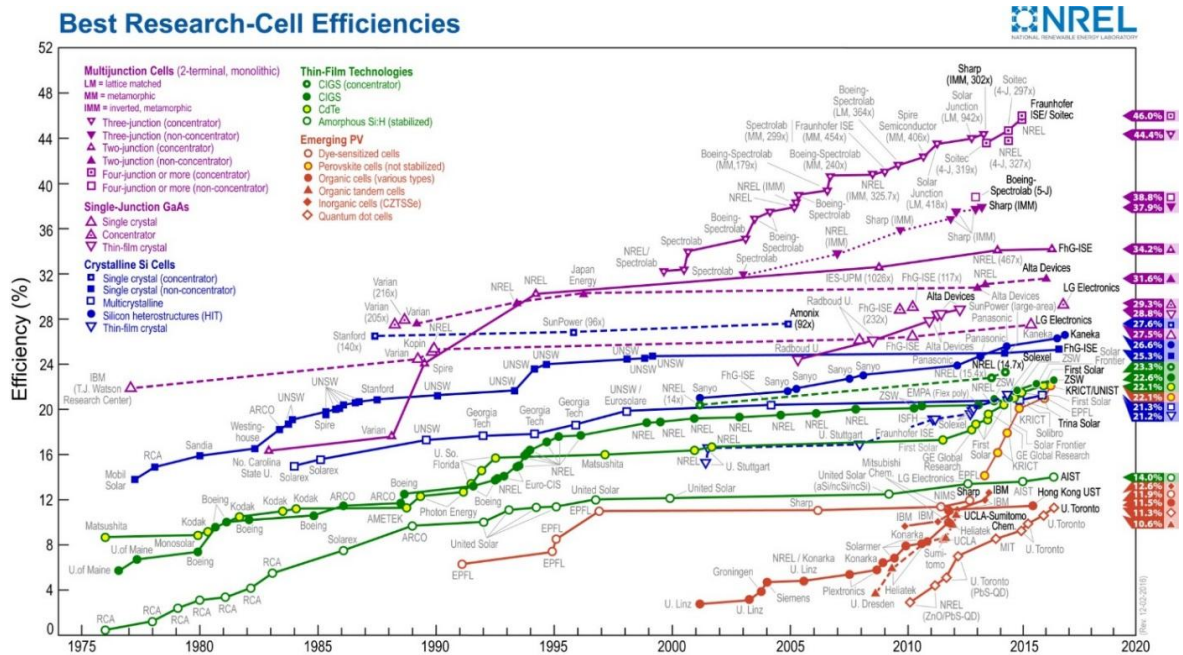


Figure 6: Best efficiencies achieved in laboratory conditions. The true efficiencies in everyday use vary from the laboratory efficiencies because of the natural change in the environment [27].

### 5.2 Semiconductor behavior

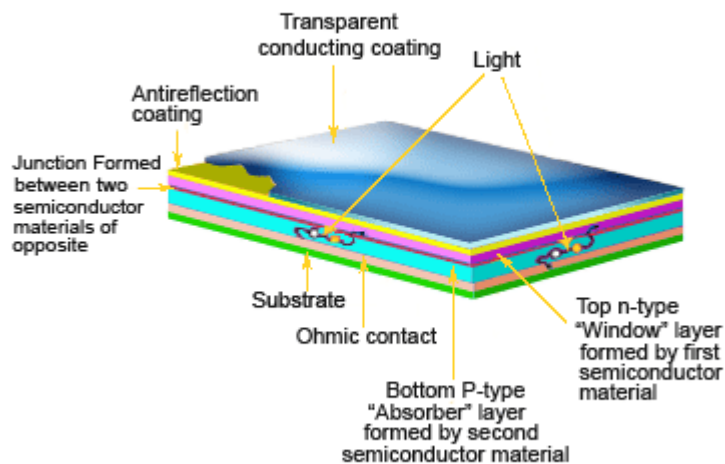
Semiconductors enable current flow in a solar cell. When sunlight hits the thin film, photoactive layer photons affect three different layers as the electrons and holes move through photoactive layer forming pairs with the two different semiconductive materials electrons, and that is what creates the solar cells current.

An example of the standard configuration OPV constructs:

- Electron contact is silver (Ag) or aluminium (Al): highly conductive and micron size
- Electron transport layer ETL is Ca (calcium) or LiF (lithium fluoride)
- Photoactive layer is P3HT:PCBM: P3HT poly-(3-hexylthiophene)  
PCBM phenyl-C61-butyric acid methyl ester
- Hole transport layer HTL is PEDOT:PSS poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(styrenesulfonate)
- Transparent electrode ITO: indium tin oxide
- Substrate is PET (polyethylene terephthalate)

Light hits the thin film material on the substrate side and therefore the hole contact – ITO layer has to be transparent in order to let the light pass through it to reach the photoactive layer. The free electrons move from the photoactive layer towards the ETL layer which is the negative side of the thin film and the holes are then moved towards the HTL layer, which is the positive side of the OPV thin film [24,p.28].

There are two types of semiconductors, and they are called negative (N) and positive (P) type materials (Picture 10). What makes the semiconductor an N- or P-type has to do with the amount of substance that it is doped with, and by doping it is meant that the semiconductor material is mixed with another substance that is considered to be an impurity in the semiconductor. N-type is created by using for example phosphorus or arsenic, and P-type is created by using either indium, boron or gallium and the substances have been chosen by the basis of the number of valence electrons on the outermost shell.



Picture 10: Different layers of solar thin film cell [26].

N-types materials outermost shell electrons pair up with the photoactive layers base materials electrons so that there are free electrons left moving around. P-type creates a positive vacancy / a hole by giving an electron to the photoactive layer materials outermost shell to pair up [25].

### 5.3 Organic Photovoltaic Cell

The substrate is made out of flexible PET material letting the light pass forward through the indium tin oxide (ITO) hole contact that acts as an electrode. PEDOT:PSS poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate is a polymer mixture of two jonomers and it acts as a transport layer for the holes (HTL). HTL is the positive semiconductor side. The photoactive layer named P3HT:PCBM is a polymer and acts as separator for the electrons and holes as it reacts to visible light. The electron transport layer ETL can be made out of calcium or lithium fluoradide, and ETL is the negative semiconductor side. The top layer (or in real use the bottom layer) is the silver layer that carries the charge forward as it acts as the electron contact.

Addition to the standard configuration, there is also configurations called tandem and inverted. Compared to the OPVs standard configuration, the tandem configuration has a second photoactive layer in the middle and its HTL, ETL, hole and electron contacts are in reversed order when compared to the standard. Inverted configuration has the opposite order than the standard configuration between the substrate and the photoac-



tive layer: the HTL and the ETL layers are in opposite places and so are the hole (ITO) and electron contacts (Ag). Inverted also has ZnO (or  $\text{TiO}_x$ ) instead of the Ca or LiF. Only the substrate and the photoactive layer stay in the same place as they are in the standard configuration [24,p.28].

VTTs printed organic PVs are flexible, recyclable, light weight and can be made to different patterns (Picture 11). The unique feature enabled by using printing as the manufacturing method is the direct patterning of the solar cell shape – this is not possible with the more commonly used R2R coating technologies.



Picture 11: Organic thin film solar cell produced by VTT [28].

VTT has conducted tests on the OPV and receiving updated power outputs of 25 W per square meter on the Mediterranean level. The annual sunlight levels in South Finland are on the same level as in Germany [29]. The cells can be connected to each other so that the bottom cell is connected to the top cell either in parallel or in series. The steady flow of the current is crucial because it sets the output power for the whole OPV and the current is directly correlated to the cell with the lowest current.

#### 5.4 Perovskite

Perovskite thin film solar cells (PSC) light reactive layer is made out of either hybrid organic-inorganic lead or tin halide and it is cheap to manufacture. VTT is doing research on PSC and is confident that this would be the next highly efficient thin film material. The efficiency record for Perovskite under laboratory conditions has been 20.8

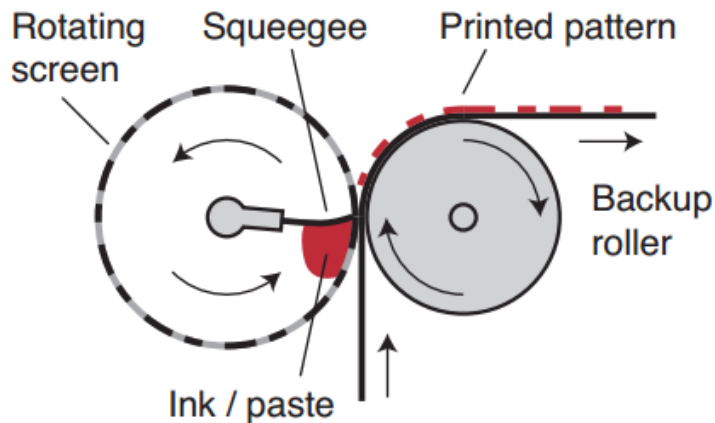
%. The current problem with PSC is with its vulnerability through its key materials degradation by three different ways: by air, heat and illumination [33,p.2:35,p.2]. This makes PSC unstable and these problems have to be overcome before PSC could be commercialized.

A group of scientists achieved 10.9 % efficiency in a study conducted in 2016 using a single-source physical vapor deposition (SSPVD) process. Methylammonium lead halide ( $\text{MaPbX}_3$ ) based study included phases where  $\text{MaPbI}_3$  crystals were grown, grounded, evaporized and condensed onto a substrate surface [35,p.5]. Another study done by Solliance was released on March 2017 where they claim to have achieved 12.6% efficiency with PSC thin film produced using R2R technology [36]. These studies show that the PSC has true potential to be the future leading material on the thin film industry with higher efficiencies compared to the OPV thin film.

#### 5.5 Roll-to-roll technology (R2R)

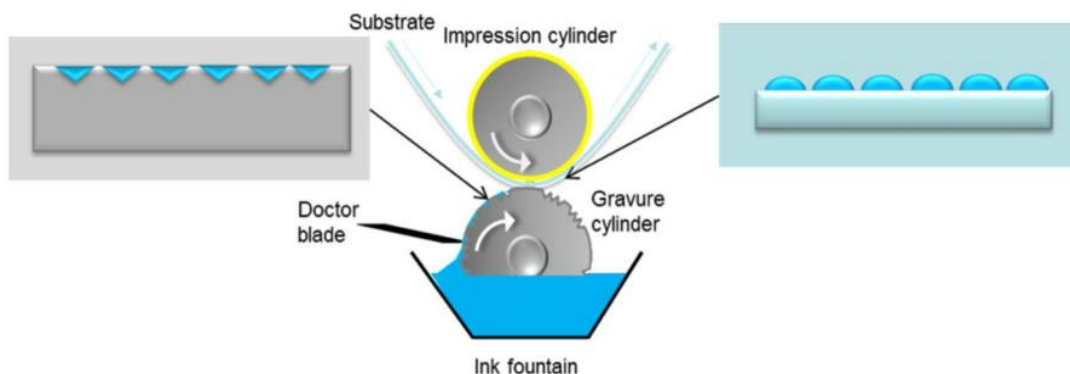
The roll-to-roll printing technologies (R2R) have been used for decades in the graphic arts industry, for example, in newspaper business. Now it has been harnessed to print thin film solar cells. This is done by using a combination of different methods depending what kind of results are expected from the thin film layer and what are the quality demands. There are several different printing methods that can be used such as inkjet, flexoprinting, gravure printing, flatbed printing, screen printing, slot-die, rotary or screen rotary printing. As an example the standard configuration OPV by VTT was manufactured using only two R2R methods: rotary screen printing and gravure printing and therefore, this thesis only covers these two methods [24,p.43:30,p.18-25].

Rotary screen printing has the substrate thin film in between two moving rolls (Picture 12). The holes along the rotary rolls allow the squeegee inside the roller to push ink through the holes so that a wanted pattern is created on the substrate surface. The squeegee is also taking the extra ink away inside the roll itself [30,p.18].



Picture 12: Schematic diagram of rotary screen printing (RS) [30,p.18].

Gravure printing is based on ink being transferred from engraved areas of the printing cylinder onto the substrate in a printing nip (Picture 13). The ink is underneath the gravure roll from where the ink then moves along the roll attaching onto the engraved surface. A knife is placed next to the roll to remove the excess ink before the gravure roll will transfer the ink onto the thin film substrate. The thin film substrate is pinned between the impression and gravure roll and the impression roll pushes the substrate towards the gravure roll surface. After the ink transfer ink is dried in heated oven [24,p.32].



Picture 13: Schematic diagram of gravure printing (GR). The missing part of the process is the last step which is oven. [24,p.32]

The methods used in the manufacture of the VTT's standard configuration OPV:

- RS for Substrate-hole contact:
  - PET and transparent electrode ITO
- GR for HTL of PEDOT:PSS;

- PEDOT:PSS is the interlayer
- GR for P3HT:PCBM;
  - photoactive layer, polymer-fullerene
- Heat treatment for ETL-electron contact:
  - ETL short for Electron transport layer
  - Silver electron layer
- Final step: encapsulation using lamination

## 6 Cooling unit

Different cooling units were researched. There are two types of units on sale in Finland: one that could be installed on the wall near the window and a floor unit on rolls. The first one either needs a counter unit outside the building which in an apartment building might be difficult to get a permit for due to the city regulations or which requires the wall structure to be changed so that the moisture from inside the apartment could be removed through a tube. The floor unit uses water as a coolant without the counterpart unit. Out of the brands and models, the Seeley International's Magicool had the lowest electric power consumption (Picture 14). Seeley International provided the manuals and unit specification info and offered to give a unit for the future prototype for free because they were interested in the topic. Most cooling units sold in Finland are between 900 W to 1200 W and they could not be operated with the solar awning as they require too much power. Magicool operates at 52 W.

**Measurements mm.**  
unit

MASTERCOOL	760 X 550 X 420
SILVER	710 X 380 X 260
MARINO	690 X 380 X 260
MAGICOOL	710 X 380 X 260

height X width X depth

	MASTERCOOL the most powerful BIO-AIR-CONDITIONING system	SILVER helps to purify the air	MAGICOOL silent and very effective	MARINO LATEST in the range
Air condition and renew the air in areas of around	17-20 m <sup>2</sup>	10-12 m <sup>2</sup>	10-12 m <sup>2</sup>	10-12 m <sup>2</sup>
Speed control	3	3	3	3
Airflow of m <sup>3</sup> /h. at maximum speed	1.011	508	673	461
Cooling effect (Watts)*	1.148	344	463	518
Tank capacity (Litres)	15 L	13 L	13 L	13 L
Electric consumption (Watts)	85 W	58 W	52 W	58 W
Empty weight	10,1 Kg.	7,8 Kg.	7,4 Kg.	7,2 Kg.

\* With a dry bulb temperature of 38° C. and wet bulb temperature of 21° C, with the room at a temperature of 28° C.

Picture 14: Seeley International's product specifications. One of their products, Magicool, has an energy consumption of only 52 W. Manuals were provided by Seeley International.

The thin film solar cell's known power output for 1 m<sup>2</sup> is 25 W. The right solar awning square meter area that would produce 52 W for the Magicool cooling unit can then be calculated by dividing the 52 W with 25 W / m<sup>2</sup>.

$$\frac{52 \text{ W}}{25 \text{ W / m}^2} = 2.08 \text{ m}^2$$

If the width of the window is known as 1.6 m, then  $\frac{2.08}{1.6} = 1.3$ , which means that the measurements for producing 52 W can be, for example, a height of 1.3 m and a width of 1.6 m making the needed square meter of 2.08. The window area for the single-room apartment shown in Picture 21 (estimated size of one window is 1.2 – 1.3m \* 1.6 m) could therefore be efficient enough if considered that there are two solar awnings installed in front of the apartment windows and both awnings would be roughly halfway open over the window in order to give cover and not to block the view entirely. Together they could produce the needed 52 W for the Magicool cooling unit to operate on a sunny day.

## 7 Methodology

At the beginning of the thesis work, the electricity company Helen Ltd was contacted, and they asked a presentation on the thesis idea from the marketing point of view. The presentation is attached in Appendix 4, and Helen's answer is in the results chapter. After this, co-operation was started with Climate Street and VTT. The climate street in Helsinki is Iso-Roobertinkatu in the area of Punavuori, and in Vantaa it is the Tikkuraitti and Asematie streets in central Tikkurila area. The streets had many stores that were asked to join a query in order to determine the potential end user ideas on the product and investigate if there truly was a potential market for it. The residents on the streets were difficult to reach therefore, the interviews were started from the company side. Most of the interviewees contacted by phone asked the query by email, and the needed platform for that was started.

To determine the right questions for the query, a meeting with Tekes and one of their experts was held. Pekka Rantala gave advice and guidance on the questions and this was used as the basis for the presentation. Local shade companies were contacted by phone to determine whether they would be interested in a real project with VTT. Cooling unit companies were also researched. The interview material was done with Power

Point. The photos were taken at a time of day when the sun was on its highest point between 12:00 and 14:00 o'clock in August to see which buildings had the most sun exposure as Picture 15 shows of an apartment building at Iso-Roobertinkatu.



Picture 15: Original picture of the Picture 19 was taken at Iso-Roobertinkatu.

The construction of the query base started by taking photos at the Climate street in Helsinki at Iso-Roobertinkatu and in Vantaa at the Tikkuraitti-Asema street's business awnings and apartment buildings. Then, the pictures of business' awnings were photoshoped to have a thin film solar cell instead of the awning fabric as seen on Pictures 16, 17 and 20.





Picture 16: Aschan awning before and after photoshop.

The apartment building photos that did not already have awnings on their south side were downloaded into the Sandatex awning program provided by the Artic Kaihdin Ltd [31].



Picture 17: Chicos awning in Tikkurila before and after photoshop.

After the awnings were added to the building, the thin film look was photoshoped into them and added into the query Power Point presentation. Photoshopping presented a challenge since the Photoshop package was not provided by school as was originally thought, and the Photoshop program downloaded online proved to have only 7 day trial time instead of 30 days. After this finding, a school campus had to be located that would have the needed Photoshop program package and two campuses were found: Tikkurila and Arabianranta. Tikkurila was open only on weekdays, and Arabianranta was open during the weekend only on Saturdays. International Business Teacher Ritva Salmela from Metropolia was asked for guidance for the use of the Photoshop program and she kindly provided the necessary teaching material so that the use of the program could be attained. The size of the Power Point presentation file exceeded the



maximum size for sharing through email even when compressed so a new sharing platform had to be found.

Youtube did not work since the downloaded presentation version turned out to have gaps in the background music. Any program used to transform the Power Point presentation into video mode distorted the pictures therefore, any use of a Dropbox, Vimeo or Youtube was out of the question. Online questionnaire platforms were checked, and most of the online services only contained the questions and not a platform for the presentation itself. It was then decided that the only proper solution seemed to be the use of an online page and integrate the questionnaire and the presentation with the online page. Jotform was used to produce the questionnaire and Wordpress was the platform to create the online page. Youtube was used to find helpful tips on how to integrate the presentation inside the online page as well on how to integrate the Jotform questionnaire inside the programming of the Wordpress page.

Two different presentations were done both for property managers and residents. The final questionnaire form and presentations were then downloaded into Wordpress online site. The online page link is <https://opinnaytekysely.wordpress.com/> and it was sent to maintenance companies, property managers, residents, few businesses and building inspectors by email. Pictures of the online page are in Appendix 1. One segment of the picture received from VTT was used and it was then copy-pasted to make a longer thin film layer which was then used in the photos taken at the Climate Streets as shown in Picture 18.



Picture 18: Photoshop phase of making of the solar panel thin film layer.

The white awning base was added into the photo using the Sandatex online program as shown in Picture 19.



Picture 19: Making of the awnings on to the side of the apartment building.

Sandatex program automatically added shading into the picture. Then the photo was photoshoped to have a thin film layer that was tilted, stretched and warped to fit the awning frame.



Picture 20: Photos of the Tikkurilan Kirjakauppa awning before and after photoshop

## 8 Query results

The thesis interview link was sent to 50 different emails that contained residents (3), property managers (10), maintenance companies (4), governmental officials both from Finland (2) and New York (2), businesses (21), Public Works Department (2), city museum (2), advertising company, Tekes expert, the Helsinki City's main architect and local resident clubs in Punavuori (2). After extending the interview time three times due to the lack of answers, the answer percentage was 30 %: 15 interviews were received with six from businesses, four from apartment residents, one from museum, two from the Public Works Department, one from Tekes and one from a property manager. An attempt was made to reach apartment building's residents at Iso-Roobertinkatu through property managers with no success. The apartment building's main doors were locked during the day, and it was difficult to reach maintenance companies that would help to get into the stairway for free.

Altogether 21 companies were contacted both in Helsinki and Vantaa. In addition, two platforms were used in order to contact residents and property managers: Climate Parents' FB-pages (Ilmastovanhemmat) and one local advertisement company CEO who tried to help out as well as he found the topic very interesting but was not able to get any interviews.

The business side interviews that were conducted through appointments all gave positive feedback on the awning with expectations that the awnings old fabric could be replaced with the thin film material directly without changing the awning frame itself. This was seen as a saving. The color scheme was found very important and had to be according to the company image. The only company that turned down the idea of the awning was a clothing store that had light beige as their company color and did not want to divert from it and they did not also see any alternative option for a cooling unit that could give their store green value. Other companies were more open to the idea even though they also emphasized on the color being the right one.

Green value was seen as a possible marketing card for attracting customers. Bars and restaurants that had terraces might have customers staying longer if the terrace thin film would produce enough energy for customers to charge their tablets and phones and through this company would possibly make extra sales as the customers waits for their electronics to charge.

The emails and company names are not included in this thesis since this thesis is most likely published online, and the emails were received by third parties, but are handed to VTT on a need to know basis. The answer compilation is in Appendix 2 without any names as promised to the interviewees.

Helen Ltd representatives answer to the asked marketing point of view of the presentation was that they did not believe in the product combination. The marketing representative said that he needed to hear the benefits from the marketing point of view and they would be willing to share some calculations if they someday would agree upon some co-operation on the matter. Representative also pointed out that the linked online VTT article about the thin film solar cell marketed the cell to produce only  $10.4 \text{ W} / \text{m}^2$  at the Mediterranean area and if it would be Perovskite, the production would then only be around  $50 \text{ W}$  per square meter therefore, he did not agree on that the thin film solar cell awning would give any benefits for the apartment resident through a cooling unit as he compared the output watts to energy need of a  $1000 \text{ W}$  cooling unit [28].

He also saw that small and cheap apartments did not have much of window area and that the awning benefits would therefore, be minimal. He recommended that the small energy output would be used only for the operation of the awning itself and that the cooling unit would be left out and also suggested a supercondensator for storing energy needed for the awning to operate. Helen already sells solar panels for small electricity productions and representative did not see commercial will to productize such a small efficiency production system, for they are not part of their core business ideas. The representative showed interest and belief in the solar thin film awning itself but not towards the awning and cooling unit combination.

What could have done differently with the query four points arose after the query was done: to use either a local professional company that conducts queries or promise of a prize or a lottery for answering the query. Since the thesis was done pro bono, this restricted some possible avenues. Also another platform for the presentation other than Power Point is highly recommended for easier share and use. Also it is recommended that the output power numbers on VTT online pages would be updated and / or links to new researches would be added as the power output of  $10.4 \text{ W} / \text{m}^2$  was updated into  $25 \text{ W} / \text{m}^2$  for the thesis work after the interviews and the online pages are still in use.

## 9 Possibilities

The awning output and cooling unit input should correspond with each other, and they would need to be installed into power grid so that the cooling unit could be used during cloudy days. During outages the awning could provide electricity for the cooling unit, and people would not have to suffer from the direct sunlight as they would without the combo.

Thin film solar cell has many application possibilities, and awning idea seemed to have an interest among the end users. Yet, the query did not have many responses from the investor or maintenance sectors, which might indicate that they do not see the solar awning as a point of interest to them or do not see the connection they would have to the product itself in the possible future. The property managers and investors want to see real power numbers, which are not possible to give because there is no working prototype. For example the outputs from the leaf pattern might differ when using the stripe pattern thin film on an awning since there are small gaps in between the patterns on the leaf pattern and the stripe model might be more unified (if the photoshop figures are close to the real look of the printed structure). According to Team Leader Sanna Rousu at VTT the power output is  $25 \text{ W} / \text{m}^2$ . Also if the thin film could be used on both sides of the awning, then it might produce power also from the lower part using the reflective light from the building and the daylight from the surroundings along with the direct sunlight from the upper part of the awning.

If the thin film awning and cooling unit combination would not be feasible for example with apartments that have a small window area and where the power output and inputs would not meet there might be also another viable option:

Dr. Yang and Dr. Yin at University of Colorado Boulder have created a film that reflects sunlight from a building roof before it is absorbed by the building. The film is polymer-based material called polymethylpentene, and it contains tiny silicon-dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) glass beads. The material has one of its side silvered and the film is installed onto the roof so that the silverside is towards the roof surface. The beads size operates so that it does not only reflect heat from the roof top, but it also allows the excess heat emitted by the building itself to get through the sheet into the surrounding air. Next step is to find a way to cool down more of the building itself inside the building and a water based



system have been considered as an option for this. The water-based system might be expensive to install since it might require wall or ceiling structure changes [32,p.1-2].

Warm air tends to rise and cool air tends to sink thus the water system might be beneficial to be installed into the apartments or office room ceiling, and there should be a connection between the separate room systems in order to remove the excess heat from the building itself. This system would require electricity to work. A thin film solar cell might be a good carbon-free energy source for this as it would minimize the energy consumption for the water pipe cooling system from the local electricity grid during daytime when the sun is shining.

There is a demand on the market for a cooling unit that uses less energy than the current units in the market since climate change has made a difference in the temperatures, and heat waves are becoming a reality even in countries where they have not been an issue before. More of the population will start using cooling units, and they will consume more energy. If they are not offered an environmentally friendly option, then the electricity consumption rate will rise. The traditional cooling system is also in need of new ideas where the emphasis should not only be with the cooling units itself but also in the placement of the unit and the possible other features included.

The investors seem to need to see real power numbers and financial figures to get them more involved in the feedback process. The investors like to follow the money and see the money saved or earned. The property managers like to see the power numbers from the building itself and the how the cooling of the building actually happens before they start to invest more of their time for this topic.

The cooling unit power output seemed to present a problem for property managers, for they did not believe that the awning could produce enough energy or they did not believe the unit would cool down the apartment enough to make a difference in living conditions nor for the entire building itself.

Prototype of the awning is needed, and also an apartment building to test it along with the cooling unit and / or with the polymer film. The suggestion would be to find an apartment building that was built in the 1950-1980 so that it would not have any historical value and most of the facade would be facing south without any or with few balconies. If the building would have exposure also on the east and west walls without any

shading that would give more window area to cover and test. For example, the building below in Picture 21 would also benefit from polymer film installed on the roof.



Picture 21: Example of an apartment building in Helsinki at Poutamäentie 7 facing directly south with large window area and has also sun exposure from east and west with no or little shading from trees. The circled windows belong to a 28 m<sup>2</sup> single-room apartment. One window is estimated to be 1.6 m wide and 1.2 – 1.3 m high. Owned by VVO / LUMO [43].

## References

1. Motiva Oy. 2014 *Sisälämpötila* [Online]. [Accessed September 8th 2016] Available from:  
[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/nain\\_saastat\\_energiaa/lammonsaasto/sisalampotila](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa/lammonsaasto/sisalampotila)
2. Kauppalehti, Alma Media Oy. 2016 *New York kärvistelee helteen kourissa - torakoillakin kovat oltavat*. [Online]. [Accessed December 14th 2016] Available from:  
<http://www.kauppalehti.fi/uutiset/new-york-karvistelee-helteen-kourissa--torakoillakin-kovat-oltavat/tkUETGmT>
3. Zero Hedge. ABC Media Ltd. 2016 *New York uses record electricity as city melts under unprecedented heat wave*. [Online] [Accessed December 14th 2016] Available from: <http://www.zerohedge.com/news/2016-08-14/new-york-uses-record-electricity-city-melts-under-unprecedented-heatwave>
4. New York State Comptroller's Office. 2004 *Population trends in New York State's Cities*. [Online] [Accessed December 14th 2016] Available from:  
[https://www.osc.state.ny.us/localgov/pubs/research/pop\\_trends.pdf](https://www.osc.state.ny.us/localgov/pubs/research/pop_trends.pdf)
5. Ilmatieteenlaitos. [Date unknown] *Tilastoja vuodesta 1961*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>.
6. ClimateStations.com. [Date unknown] *New York Central Park Annual Mean Temperatures*. [Online] [Accessed December 14th 2016] Available from:  
<https://www.climatestations.com/wp-content/uploads/2017/01/nyannt.gif>
7. Ilmatieteenlaitos. 2016 *Vuositulastot*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://ilmatieteenlaitos.fi/vuositulastot>
8. Kiinteistöklubi. [Date unknown] *Ilmalämpöpumppu kerrostaloon*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://www.kiinteistoklubi.fi/asuminen/1073-ilmalaempoopumppu-kerrostaloon>
9. Elsevier. 2015 *Autumn is getting later - just ask the trees, birds and butterflies*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from:  
<https://www.elsevier.com/connect/autumn-is-getting-later-just-ask-the-trees-birds-and-butterflies>
10. Tapio Hiekkaniemi. 2011 *Kolmannen sukupolven aurinkokennojen muotoilu ja integrointi aurinkosuojalaitteisiin*.
11. Consumer Report. 2011 *During the heat wave, do your part to unstress the power grid*. [Online] [Accessed August 8th 2016] Available from:  
<http://www.consumerreports.org/cro/news/2011/07/during-the-heat-wave-do-your-part-to-unstress-the-power-grid/index.htm>
12. Psych Central. 2011 *The psychology of a heat wave*. [Online] [Accessed August 8th 2016] Available from: <https://psychcentral.com/blog/archives/2011/07/20/the-psychology-of-a-heat-wave/>



13. YLE. 2014 *Ilmalämpöpumppua ei voi viritellä kerrostaloon omin päin*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://yle.fi/uutiset/3-7379654>
14. NYC, City of New York. *Extreme heat*. [Date unknown] [Online] [Accessed December 14th 2016] Available from: [https://www1.nyc.gov/assets/em/downloads/pdf/hazard\\_mitigation/nycs\\_risk\\_landscape\\_chapter\\_4.5\\_extremeheat.pdf](https://www1.nyc.gov/assets/em/downloads/pdf/hazard_mitigation/nycs_risk_landscape_chapter_4.5_extremeheat.pdf)
15. Suomen Lämpöpumppuyhdistys ry, SULPU. [Date unknown] *Lämpöpumppujen myyntimäärät vuosittain 1996 – 2012 kappaleina*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://www.sulpu.fi/documents/184029/208772/L%C3%A4mp%C3%B6pumppujen%20vuosittaiset%20myyntim%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t%201996-2012%20kappaleina.pdf>
16. Reuters. 2016 *Thousands of heat deaths predicted as New York City heats up, scientists say*. [Online] [Accessed December 14th 2016] Available from: <http://www.reuters.com/article/us-usa-climatechange-casualties-idUSKCN0Z92G1>
17. Google. 2005 *Awning with flexible solar modules*. 2005 [Online] [Accessed August 1th 2016] Available from: <http://www.google.com.gt/patents/EP1082502B1?cl=en>
18. Swiss BiPV Competence Centre. [Date unknown] *Various*. [Online] [Accessed August 1th 2012] Available from: <http://www.bipv.ch/index.php/en/products-en-top/various>
19. Solair World International Pte Ltd. 2017 *100 % Off Grid 48V DC Inverter Solar Air Conditioner*. [Online] [Accessed September 1th 2016] Available from: <http://solairworld.com/100-off-grid>
20. eCanopy. [Date unknown] *Guide to the different types of awnings*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://www.ecanopy.com/awning-types-guide.html>
21. ScienceDaily. 2016 *Sunshine matters a lot to mental health: temperature, pollution, rain not so much* [Online] [Accessed January 14th 2017] Available from: <https://www.sciencedaily.com/releases/2016/11/161103141718.htm>
22. Helsingin kaupunki. Rakennusvalvontavirasto. 2015 *Mainoslaitteet rakennuksissa*. [Online] [Accessed August 8th 2016] Available from: [http://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Mainoslaitteet\\_rakennuksissa.pdf](http://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Mainoslaitteet_rakennuksissa.pdf)
23. Artic Kaihdin Oy. c 2017 *Somfy*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://www.artickaihdin.fi/tuotteet/somfy/>
24. Päivi Apilo. 2015 *Roll to roll printing of photovoltaic cells and modules*.
25. Howstuffworks. c 2017 *How semiconducts work*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://electronics.howstuffworks.com/diode1.htm>

26. CircuitsToday. [Date unknown] *Structure of thin film solar cells*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: <http://www.circuitstoday.com/wp-content/uploads/2011/06/Structure-of-thin-film-solar-cells.gif>
27. National Renewable Energy Laboratory, NREL. 2016 *Best research-cell efficiencies*. [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: [https://energy.gov/sites/prod/files/2016/04/f30/efficiency\\_chart\\_0.jpg](https://energy.gov/sites/prod/files/2016/04/f30/efficiency_chart_0.jpg)
28. VTT Technical Research Center of Finland Ltd. 2015 *Kuvioidut, taipuisat aurinkopaneelit osaksi sisustusta ja esineiden ulkonäköä*. [Online] [Accessed July 14th 2016] Available from: <http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/kuvioidut-taipuisat-aurinkopaneelit-osaksi-sisustusta-ja-esineiden-ulkon%C3%A4k%C3%B6%C3%A4>
29. Wikipedia. 2009 *Sunshine duration*. [Online] [Accessed July 14th 2016] Available from: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sunshine\\_duration#/media/File:Sunshine.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Sunshine_duration#/media/File:Sunshine.png)
30. Hösel, Markus; Krebs, Frederik C. 2013 *Large-scale Roll-to-Roll Fabrication of Organic Solar Cells for Energy Production*.
31. MarkisGuiden by Sandatex. [Date unknown] [Online] [Accessed August 14th 2016] Available from: [http://markisguiden.se/markisguiden\\_app/default.asp](http://markisguiden.se/markisguiden_app/default.asp)
32. Yao Zhai, Yaoguang Ma, Sabrina N. David, Dongliang Zhao, Runnan Lou, Gang Tan, Ronggui Yang, Xiaobo Yin. 2017 *Scalable-manufactured randomized glass-polymer hybrid metamaterial for daytime radiative cooling*.
33. Taame Abraha Berhe, Wei-Nien Su, Ching-Hsiang Chen, Chun-Jern Pan, Ju-Hsiang Cheng, Hung-Ming Chen, Meng-Che Tsai, Liang-Yih Chen, Amare Aregahegn Dubaleb and Bing-Joe Hwang. 2015 *Organometal halide perovskite solar cells: degradation and stability*.
34. NYC, City of New York. c 2016 *Extreme heat and your health*. [Online] [Accessed December 14th 2016] Available from: <http://www1.nyc.gov/site/doh/health/emergency-preparedness/emergencies-extreme-weather-heat.page>
35. Ping Fan, Di Gu, Guang-Xing Liang, Jing-Ting Luo, Ju-Long Chen, Zhuang-Hao Zheng, Dong-Ping Zhang. 2016 *High-performance perovskite CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> thin films for solar cells prepared by single-source physical vapour deposition*.
36. Solliance Solar Research. 2017 *Press release*. [Online] [Accessed March 9th 2017] Available from: <http://solliance.eu/wp-content/uploads/2017/03/170309-Press-Release-World-record-R2R-peroskite-solar-cells-EN.pdf>
37. Used in presentation material. [Date unknown] [Online] [Accessed November 7<sup>th</sup> 2016] Available from: [https://images.bookstore.ipgbook.com/images/Android\\_Phones\\_and\\_Tablets\\_selected.jpg](https://images.bookstore.ipgbook.com/images/Android_Phones_and_Tablets_selected.jpg)
38. Used in presentation material. [Date unknown] [Online] [Accessed November 7<sup>th</sup> 2016] Available from: [http://www.valomerkki.fi/uutiset/auringonvalon-vaarat-voivalttaa/aurinko.jpg/@\\_@images/4aa1c83c-69bb-41c7-a5fb-85fc99563f19.jpeg](http://www.valomerkki.fi/uutiset/auringonvalon-vaarat-voivalttaa/aurinko.jpg/@_@images/4aa1c83c-69bb-41c7-a5fb-85fc99563f19.jpeg)

39 Used in presentation material. [Date unknown] [Online] [Accessed November 7<sup>th</sup> 2016] Available from: [http://www.porttiikki.fi/wp-content/uploads/900PX\\_CASAFAN\\_CLASSIC\\_ROYAL\\_75\\_BN\\_507515\\_FLUEGEL\\_NUS\\_SBAUM-740x422.jpg](http://www.porttiikki.fi/wp-content/uploads/900PX_CASAFAN_CLASSIC_ROYAL_75_BN_507515_FLUEGEL_NUS_SBAUM-740x422.jpg)

40. Used in presentation material. [Date unknown] [Online] [Accessed November 7<sup>th</sup> 2016] Available from: [http://www.hipentrendy.nl/72535-thickbox\\_default/tristar-ve5953-chromen-tafelventilator.jpg](http://www.hipentrendy.nl/72535-thickbox_default/tristar-ve5953-chromen-tafelventilator.jpg)

41. Used in presentation material. [Date unknown] [Online] [Accessed November 7<sup>th</sup> 2016] Available from: [http://az616578.vo.msecnd.net/files/2016/01/30/635897728052078191555035650\\_big\\_stock-Vintage-radio-58711064.jpg](http://az616578.vo.msecnd.net/files/2016/01/30/635897728052078191555035650_big_stock-Vintage-radio-58711064.jpg)

42. Youtube. Music by Andrew Gryaznov. 2014 *Inspirational Background Music for Videos & Success Presentation – Royalty Free*. [Online] [Accessed November 7<sup>th</sup> 2016] Used in presentation material. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=EIWN4B4Wvxw>

43. Google, maps.google.fi. 2014 [Online] [Accessed February 10<sup>th</sup> 2017] Available from: <https://www.google.fi/maps/@60.2175061,24.8550317,3a,90y,359.03h,92.34t/data=!3m6!1e1!3m4!1sbjMkzIS6u1RO4Y7TpNGFvw!2e0!7i13312!8i6656!6m1!1e1>

## Appendix 1: Online query pages

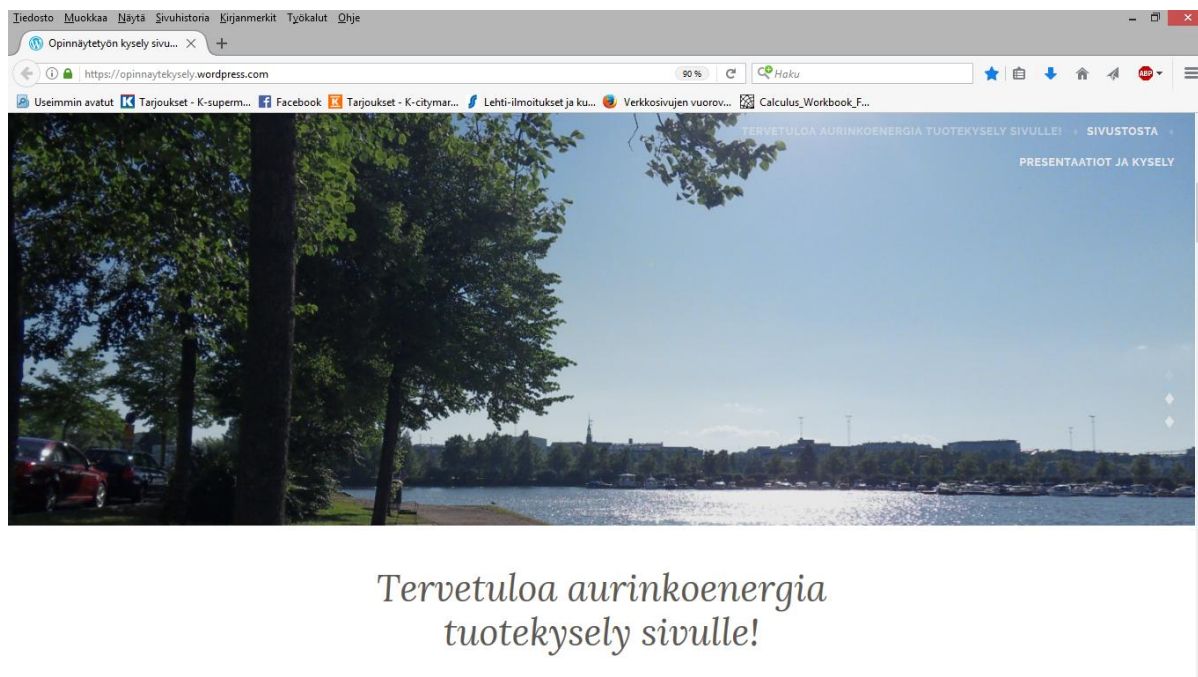


Figure 1.1: First page of the online questioner page. All of the pictures used on this site were taken by Tarja Kinisjärvi. The pages were done in Finnish.

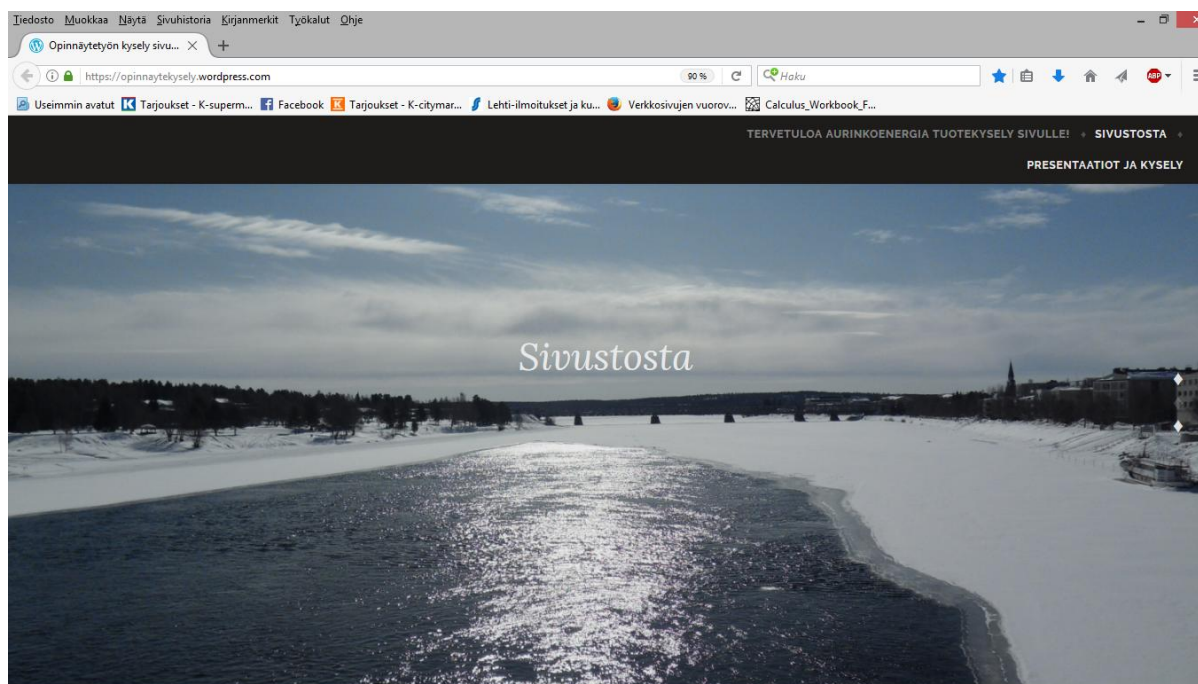


Figure 1.2: Second page of the online query.



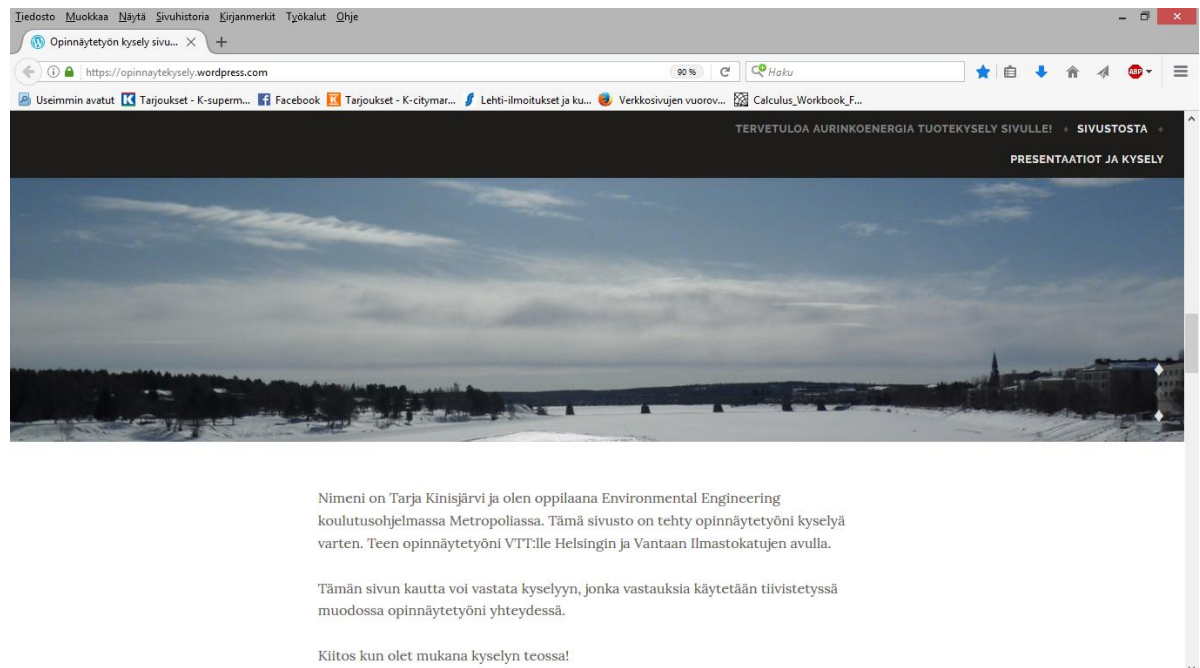


Figure 1.3: Introduction and welcoming part.

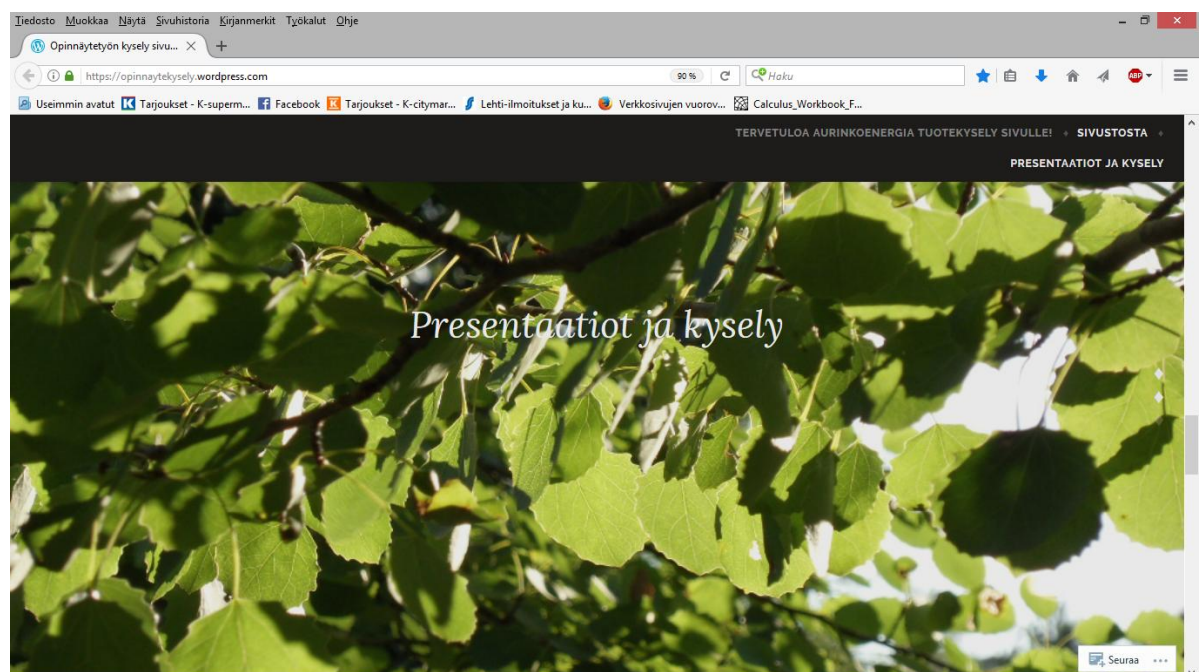


Figure 1.4: Third page introducing the presentation and query

The screenshot shows a web browser window displaying a survey page. The page title is "Tervetuloa aurinkoenergia tuotekyselyyn!". The content includes instructions for participants and presenters, and a registration form with the following fields:

- Nimi \*
- Etunimi
- Sukunimi
- Sähköposti \*
- Yritys tai taloyhtiö \*
- Päivämäärä \*

At the bottom of the form, there is a "Lähetä" button and a "Powered by JotForm" logo.

Figure 1.5: Questioner instructions and the presentation links.

The screenshot shows a JotForm survey form with the following questions and input fields:

4. Oisitko valmis maksamaan enemmän aurinkoenergiamarkkista kuin tavallisista markkista? Voit ilmoittaa vastaukseen prosentteina. \*
5. Miten päästökauppa tai hiilijalanjälkilyhytys vaikuttaisivat hankintapäätökseen? Onko teillä yhteistyökumppaneita, jotka saataisivat vaikuttaa hankintapäätökseen? \*
- Lisäkysymys kiinteistöistä vastaaville taholle. Mitä ajatuksia heräsi laitteen ylläpidon kannalta? \*

At the bottom of the form, there is a "Lähetä" button and a "Powered by JotForm" logo.

Figure 1.6: Query form was done using free online program called JotForm.

## Appendix 2: Interview material

### Ravintola, Iso-Roobertinkatu, 8.12.2016

- 1) Mitä ajatuksia herätti? Yleinen palaute?

Ensimmäisenä mieleen tuli kysymys että paljonko energiaa markiisi tuottaisi. Sekä kankaan kestävyys eli pitkäikäisyys? Mikä ekohyöty ikkunan kokoon verrattuna?

Kotona on pitkä terassi etelään, joten heräsi kysymys, että voisiko tällaista käyttää myös kodin terassilla jotenkin hyödyksi.

- 2) Mitä ominaisuuksia tulisi olla jotta olisitte valmiit investoimaan aurinkoenergiamarkiisiin?

Pakkaskestävyys. Yrityksen nimen tulisi olla näkyvästi esillä sekä markiisin kulma on tärkeä: auringon energian tuottavuuden että markiisin mainoksen näkyvyyden kannalta se paras kulma olisi hyvä selvittää. Tuli myös mietintää näkykö oman yrityksen nimi miten hyvin kuviollisesta materiaalista.

- 3) Mitä odotuksia tuotteelta?

Olisi hyvä myydä pakettina. Haluaa että asiakkaana tarvitsee mahdollisimman vähän tietää mitä aurinkoenergian tuotto tarvitsee: eli pakettina myytäisiin akku, mahdollinen tabletti, tuuletin, invertteri yms. Pieni mainos markiisin lähistöllä joka kertoo kyseessä olevan aurinkoenergiaa tuottava tuote ei haittaa.

- 4) Entä mitä jos olisi päästökauppa tai hiilijalanjälki hyvityksiä tai yhteistyökumppani tahoja markiisin hankinnan myötä?

Huomattu ettei ole merkitystä asiakaskunnalle. Ravintola ollut mukana Ilmastokadun projektissa sustainable mealilla marraskuun ajan ja huomasivat ettei sillä ei ollut vaikutusta asiakaskäyttäytymiseen. Tarvitaan konkreettista näyttöä jotta kannattaisi tätä miettiä.

Tiivistyksenä loppuun mietteet: Ilman suunnalla on väliä, haluaa ettei tuotetta myytäisi yrityksille ”väkisin” vaan olisi eettistä ja läpinäkyvää toimintaa ja tuotetta myytäisiin oikeasti vain liikkeisiin joille olisi oikeaa käyttöä tuotteelle. Taustatyö siis liikkeen sijainnista yms. olisi tärkeää tehdä ennen myyntiä. Eli myynti tapahtuisi ”asiakkaan parhaalla edulla” ensin eikä pelkästään tuotto edellä. Yrityksen tavallinen markiisi on maksanut noin 450e.

**Vaateliike, Iso-Roobertinkatu, 8.12.2016**

## 1) Mitä ajatuksia herätti? Yleinen palaute?

Ensimmäisenä tuli mieleen markiisin väri: markiisi toistaa liikkeen imagoa ja värejä. Yrityksen värit ovat harmaan valkoiset. Tarkoituksena liikkeen tunnistettavuus värin ja logon kanssa, käyntikorteissa värit toistuu. Sen vuoksi lehtikuviot yms. eivät sovi imagoon.

Myös markiisin koko kävi mielessä, heillä tällä hetkellä näyteikkunan yleisvaikutelman vuoksi markiisit vain aavistuksen auki (näyteikkunan kokonaisuuteen kuuluu myös spottivalot jotka ovat tärkeitä olla mukana näyteikkunan kokonaiskuvassa.) Markiisi toimii heillä myös sadesuojana asiakkaille; he aukaisevat markiisia sateella enemmän jotta sen alle pääsee sadetta pakoon. (toimii samalla myös hetkenä jolloin ihmiset pysähtyvät näyteikkunan eteen ja saattavat siten kiinnostua liikkeestä ja mennä sisälle katsomaan tuotteita ajan kuluksi.) Markiisi sulkeutuu itsestään nykyään ainoastaan vain kovalla tuulella tuulianturin avulla.

Asennetaanko kalvo yksistään vaiko kankaaseen?

## 2) Mitä ominaisuuksia tulisi olla jotta olisitte valmiit investoimaan aurinkoenergiamarkiisiin?

Värien tulisi sopia liikkeen imagoon ja nykyiseen väriskaalaan. Sen tulisi toimia myös sadesuojana, kalvon tulisi olla vaihdettavissa kankaan tilalle (näin ei tarvitse ostaa kokonaan uutta markiisia mekanismeimeen), siten alkukustannukset pysyvät minimissä.

## 3) Mitä odotuksia tuotteelta?

Väri erittäin tärkeää. Kun kysytty QR koodista markiisin läheisyydessä (asiakkaita varten, voivat halutessaan katsoa esim. tekniset tiedot yms. koodin avulla puhelimellaan) he vastasivat että jos on hillitty ja elegantti eikä silmiinpistävä niin heille kävisi, tulisi olla vapaaehtoista.

Vaateliikkeen nimi tärkeää näkyä markiisin laidasta.

## 4) Entä mitä jos olisi päästökauppa tai hiilijalanjälki hyvityksiä tai yhteistyökumppani tahoja markiisin hankinnan myötä?

Vieras aihe, eivät osaa ottaa kantaa, ei haluta mitään ylimääräistä työtä yritykselle. Ei ole tullut puheeksi asiakaskunnan kanssa. Mikäli tulisi konkreettisia taloudellisia etuja omalle yritykselle niin voisi ottaa huomioon. Tässä myös liikkeen imago tärkeää ja eleganttisuus. Liika rönsyily haittaa.



Lopputuloksena: Yrityksellä on kaksi liikettä Iso-Roobertinkadulla molemmin puolin katua. Heidän tapauksessaan markiisi olisi asennettavissa vain pohjoiskadun puolelle sillä sinne paistaa aurinko suoraan etelästä. Jos markiisi asennettaisiin myös vastapuolelle ei markiisi tuottaisi kuin päivänvalosta, sillä suoraa auringon paistetta olisi vähemmän? Tällöin markiisi olisi aluksi erivärinen kuin toisen puolen liikkeen: siten he eivät olisi valmiit aurinkoenergiamarkiisia asentamaan.

### **Liiketila, Iso-Roobertinkatu, 15.12.2016**

- 1) Mitä ajatuksia herätti? Yleinen palaute?

Hyvä idea, talot varjostavat hieman liikkeeseen päin mutta siitä huolimatta aurinko paistaa suoraan jonkin aikaa

- 2) Mitä ominaisuuksia tulisi olla jotta olisitte valmiit investoimaan aurinkoenergiamarkiisiin?

Kestävä, pestävä, rullautuva, takuu/huolto.  
Kesällä liike on kuuma joten joten viilennyslaite voisi käydä hyvin tänne.

- 3) Mitä odotuksia tuotteelta?

Nykyinen markiisi on vuoden 2005 julkisivurempan mukainen ja harmaa. Punainen väri olisi ehkä myös hyvä. Jos kangas olisi vaihdettavissa olisi valmis maksamaan hieman enemmän kuin aiemmasta.

- 4) Entä mitä jos olisi päästökauppa tai hiilijalanjälki hyvityksiä tai yhteistyökumppani tahoja markiisin hankinnan myötä?

Vaikea ottaa kantaa kun on yrittäjänä eikä edustaisi koko ketjua.

### **Hotelli, Helsinki, 15.12.2016**

- 1) Mitä ajatuksia herätti? Yleinen palaute?

Ensimmäinen ajatus oli että aurinkoenergian voimasta markiisi vain aukeaa ja sulkeutuu ja seuraava kysymys oli miksei tällaista ole aiemmin ollut. Kuulostaa todella hyvältä idealta. Ei halua että erottuu perinteisenä paneelina vaan että on esteettisen näköinen.

- 2) Mitä ominaisuuksia tulisi olla jotta olisitte valmiit investoimaan aurinkoenergiamarkiisiin?

Ulkonäkö, varjostus, ympäristöpuoli on vahva markkinointi arvo, vaikka markiisi tuottaisi energiaa niin yritykselle olisi tärkeämpää että asiakkaat puhuu tuotteesta ja kiinnittää siihen huomiota. Nykyään ihmiset niin tietoisia ympäristöasioista että tämän vuoksi ihmiset saattaisivat jopa tulla yöpymään hotelliin.

3) Mitä odotuksia tuotteelta?

Tyylikäs, omat värit ja printit tulevaisuudessa jotta sopisi omaan tyyliin on iso juttu. Kannusteena vaihtaa markiisikangas kalvoon olisi markkinointiarvo.

Asiakas oli kiinnostunut tietämään arvioita paljonko aurinkoenergia markiisi maksaisi asennuksineen, sähkötyksineen päivineen.

Saattaa tulla lisää hotelleja niin ehkä uusiin projekteihin.

Mikä olisi kohtuullinen hinta? Ei osannut ottaa kantaa mutta ei tarvitse olla samanhintainen kun tavallinen markiisi sillä kyseessä on erillainen ja selkeästi parempi juttu. Enemmän nykypäivää ja tulevaisuutta. Must tuntuu että olisin ja moni muukin olisi valmis maksamaan enemmän kun tuo on tuollainen ratkaisu.

4) Entä mitä jos olisi päästökauppa tai hiilijalanjälki hyvityksiä tai yhteistyökumppani tahoja markiisin hankinnan myötä?

Se olisi mahtava juttu. Kuulostaa todella hyvältä idealta. QR-koodi kävisi. Mm. mikäli kertoisi paneelin päivä tuoton jonkin linkin kautta olisi jännä idea. (Ei ollut tullut ajatelleeksi aiemmin mitä kaikkea voisi tehdä.)

Kerrottu asiakkaalle myös terassivarjostusmahdollisuudesta.

Mihin voisi hotelli käyttää sähköä joka tuottaisi markiisista: pitäisi olla jokin konkreettinen yksi laite josta voisi sanoa musiikki tai kännykän latausteline. Kahvinkeitin löytyvät hotellihuoneesta.

Kysytty vastapuolen rakennuksen varjostuksesta:

Jonkin verran varjostaa, mutta keskikesällä heinä-elokuussa hotellihuoneet olivat todella kuumia sisäpihalla, he oikeasti tarvitsevat markiiseja varjostamaan. Markiisit ovat säädettäviä alhaalla mutta huone markiisit on koko ajan auki. Huoneiden markiisit taitaavat olla kiinteät.

Sisäpihan markiisit eivät kärsi tuulesta, mutta voisi olla auringolla toimivat.

Säänkestävyys on tärkeää. Vähintään 5-10 vuotta käyttöikä? Henkilökunta säätisi.

**Baari, Iso-Roobertinkatu, 15.12.2016**

1) Mitä ajatuksia herätti? Yleinen palaute?

Olipa siistin näköiset testikuvissa ja todella hyvä idea.

- 2) Mitä ominaisuuksia tulisi olla jotta olisitte valmiit investoimaan aurinkoenergiamarkiisiin?

Perusjutut, kestävä, suomen olosuhteisiin (nähty jumittavia) tuulen kestävä, ei erikoisimpia vaatimuksia. Pitkät markiisit käytössä, saavat katettua terassin niillä, niillä on kestävät tuet.

- 3) Mitä odotuksia tuotteelta?

Ulkonäkö tärkeää, että näyttää siistiltä. Mustat käytössä. Kuhan saa omat printit ei tarvitse muuta kuviointia.

Hinta-odotuksiin ei osannut ottaa kantaa. Kun ottaa huomioon tekniikan niin voisi maksaa ympäristöpuolestakin, muutama satanen menisi helposti. Meidän firmat päättäjät eivät ole superinnokkaina vihreistä jutuista, jos heille markkinoisi tai toisi esille heille erilailla jos saisi mielen muuttumaan. Itse olisi valmis lobbaamaan pomoilleen asian puolesta mikäli tuote on hyvä.

Mikäli kalvo olisi vaihdettavissa kankaaseen ja ettei asiakkaan tarvitse ostaa uusia rakenteita olisi plussaa. (sillä heillä oli jo valmiina kestävä ja hyväksi todetut varret). Kerrottu myös terassivarjostusideasta.

Miten suunnata energian joko asiakkaalle itselleen tai baarille?

Riippuu tietenkin säästä ja laitteista. Markkinoisi sitä asiakkaille että ”näillä meillä on nämä aurinkomarkiisit ja tätä kautta teille tulisi jotain esim. musiikkia terassille tms.

- 4) Entä mitä jos olisi päästökauppa tai hiilijalanjälki hyvityksiä tai yhteistyökumppani tahoja markiisiin hankinnan myötä?

Yhteistyö kiinnostaa mikäli tavoite selkenisi baarien tms. tyyppisten yritysten suhteen. QR-koodi kiinnostaisi jos saisi lisätietoa markiisista asiakkaille terassille istuellaan.

### **Kahvila, Tikkuraitti-Asematie, 15.12.2016: Haastateltavana kahvilanpitäjä**

- 1) Mitä ajatuksia herätti? Yleinen palaute?

Kannattaa ilman muuta ottaa suoraan pääpaikkaan yhteyttä. Täähän on ideana aivan mahtava. Varsinkin kun meillä paistaa aurinko kesällä ihan suoraan ja meillä on markiisit käytössä. Me ei tehdä päätöksiä niin voisin kuvitella että voisi muutkin sivupaikat miettiä samaa ratkaisun.

Jos itse saisi päättää tarttuisi tilaisuuteen.

Haastattelu päättyi kun koitimme selvittää miten ottaa pomoon yhteyttä.

### **Museoviraston kanta 1 (vastattu sähköpostitse lomakkeen sijasta)**

Suojelurakennusten julkisivuja koskevien lisäysten osalta oltaisiin kyllä museoviranomaisten taholta tarkempia ja vaativampia kuin mitä rakennusvalvonnan vastaus antaa ymmärtää, toisin sanoen pelkkä yhtenäisyys ei riittäisi vaan markiisin pitäisi soveltua juuri ko. kohteeseen.

Lähdettä ei tietääkseni ole, vaan esitin oman näkemykseni. Huomaa myös vastauksessani kohta, jossa totesin tällaisiin rakennuksiin suunniteltuja lisäyksiä arvioitavan aina tapauskohtaisesti; ei siis aina välttämättä rakennusajankohdan tyylin noudattamista jos vaihtoehtona on kohteen ominaispiirteisiin hyvin yhdistettävissä oleva moderni vaihtoehto. Ellei sitten esimerkiksi asemakaavan määräyksissä ole erityisesti määritelty esim. rakennuksen markiisien muotoilua. En ole itse sellaiseen vielä törmännyt.

Nyt suunnitellusta aurinkoenergiaa keräävästä ikkunamarkiisista ja sen soveltumisesta (esim. Helsingin kantakaupungin) suojelurakennuksiin ja historialliseen kaupunkiarkkitehtuuriin esittäisin seuraavia näkökohtia:

Kiinnostava mahdollisuus kohteisiin, joihin vesikatolle asennettavat aurinkopaneelit eivät sovellu esimerkiksi rakennustaiteellisista ja rakenteellisista (perinteinen kattomuoto ja katemateriaali tai paneelien asentamisesta seuraava riski vanhojen rakenteiden säilymiselle) tai maisemallisista syistä.

Suojelluissa tai muissa, rakennustaiteellisesti merkittävässä kerrostaloissa tämä olisi vesikatolle lisättäviä aurinkopaneeleita vaikeammin sovellettava vaihtoehto: suurempi näkyvyys ympäristöön sekä runsaasti kajoamista alkuperäisiin/ vanhoihin julkisivupintoihin (kiinnitys jokaisen ikkuna-aukon yhteyteen; kiinnityskohdista johtuva rappaus-, betoni-, puu- ja maalipintojen vaurioitumisriski).

Hyvä mahdollisuus suojata kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden sisätilojen (kiinteän ja irtaimen sisustuksen) vanhoja pintoja, materiaaleja ja värityksiä uv-

säteilyltä ja korkeilta lämpötiloilta, ja ylipäättään jatkuvalta olosuhteiden vaihtelulta, jotka kaikki ovat niille vahingollisia.

Markiisien energiantuotto lisäisi mahdollisuuksia em. kohteisiin usein vaikeasti lisättävissä olevalle tekniikalle.

Olennaista on, että markiiseille voitaisiin kehitellä malleja, kuoseja ja värityksiä, jotka soveltuisivat eri aikakausilta peräisin oleviin ja erilaisissa ympäristöissä sijaitseviin rakennuksiin. Siinä kehittäytyössä tulisi hyödyntää niin arkkitehtuurihistorian kuin vanhojen julkisivupintojen erityisasiantuntemusta.

Lisäksi tulisi olla mahdollisuus teettää markiisien väritys yksilöllisesti esim. julkisivun seinäpinnasta määritellyn värin mukaan. Ainakin tällainen mahdollisuus tulisi olla, valmiin malliston ohella.

Aina tällaisten täysin uusien lisäysten soveltuvuutta historialliseen rakennukseen arvioidaan erityisen tarkkaan ja tapauskohtaisesti.

Energiankulutuksen ja kasvihuonepäästöjen hillitsemiseen osaltaan pyrkivä kehitystyö tukee myös rakennussuojelutyötä.

## Isännöitsijä 1

As Oy Fredrikinkatu 27 taloyhtiön näkökulmasta aurinkoenergiamarkiisit eivät ole ollenkaan relevantteja. Liiketilat päättävät itse millaisia markiiseja laittavat ja pyytävät sitten taloyhtiöltä erikseen luvan niihin.

## Tekes asiantuntija

Yritys tai taloyhtiö Tekes

Päivämäärä 20-01-2017

Mikä oli ensivaikutelmasi Yleisesti idea on hyvä, ohessa muuta pointteja:  
tuoteideasta? Yleinen

palaute -Mikä on energiantuotto keskimääräisenä päivänä?  
- Millainen sähkömekaaninen ratkaisu automaatiikalla on,  
miten tarvittavat reiät (sähkö) tehdään vesivahinkojen vält-

tämiseksi? Kuka ne tekee?

- Miltä perusongelmaa ollaan viime kädessä ratkaisemassa: viilennys (asuinmukavuus), energiantuotto vai jokin muu?

- Miten markiisi kestää esim. 25 m/s puhaltavat tuulenpuuskat?

- Saako markiisia asentaa noin vain? Kannattaa kysyä kaupungin rakennuslautakunnalta lupa-asiat.

1. Millaisia käyttöominaisuuksia aurinkoenergiamarkiisilla tulisi olla, jotta olisitte valmis hankimaan tai suosittelemaan tuotetta?

-Puhdistuvuus/puhdistettavuus.

- UV-kestävyys.

- Huoltovapaus (tai ainakin sen helppous).

- Toimivuus.

2. Mitä odotuksia teillä olisi tuotteelta?

- Viilennys/lämmitys vuodenajasta riippuen.

- Toimiva automatiikka (asukkaan ei tarvitse miettiä miten ja milloin sitä kannattaa käyttää).

3. Suostuisitko, että edustamasi taloyhtiön tai yrityksen sisäkäynnin yhteydessä olisi mainos aurinkoenergiamarkiisista esim. QR-koodin muodossa?

- Tähän en pysty ottamaan yksin kantaa.

4. Olisitteko valmis maksamaan enemmän aurinkoenergiamarkiisista kuin tavallisesta markiisista? Voit ilmoittaa vastauksesi prosentteina.

- Tuossa tapauksessa kyllä: hihasta 20-50 % riippuen missä summissa liikutaan.

5. Miten päästökauppa tai hiilijalanjälkihyvitys vaikuttaisivat hankintapäätökseen? Onko teillä

- En usko että vaikuttaisi johtuen energiantuoton rajallisuudesta.



yhteistyökumppanitahoja,  
jotka saattaisivat vaikuttaa hankintapäätökseen?

Lisäkysymys kiinteistöstä

vastaaville tahoille: Mitä - Huoltokustannukset pitää saada alas, koska henkilötyötun-  
ajatuksia heräsi laitteen timakkaa paljon sivukuluineen ja huoltoautoineen tms.  
ylläpidon kannalta?

### **Asukas haastattelut**

Iso-Roobertinkadun asukas

Ensisijainen ajatus presentaation jälkeen:

- mahtava idea
- ei olla ehkä ajateltu aiemmin koko Etelän puoleista julkisivua
- asukkaat miettivät omaa elämistään eli heillä eri motiivit kuin yrittäjillä
- tuleeko markiisista sähköä vai ei?

Seuraavaksi tuli mieleen markiisin ulkonäkö:

- olisi hyvä jos näkisi että kyseessä olisi aurinkokennomarkiisi, toimisi myyntival-  
tina ja olisi erotettavissa muista julkisivua katseltaessa
- tuotto olisi toissijainen jos halutaan edistää aurinkopaneeli markkinoita
- Suomessa kylmyys tulisi ottaa huomioon markiisin toiminnassa (että osat kes-  
tävät)
- popularisointi kennoille on arvokasta

Henkilö olisi valmis asukkaana maksamaan aurinkoenergiamarkiisista vähän  
enemmän kuin tavallisesta markiisista. Hän haluaisi mieluummin markiisin kuin  
sälekaihtimet, koska sälekaihtimet eivät estä lämpösäteilyn muodostumista ik-  
kunalasien väliin. Tämän hetkisessä asunnossa ilmanvaihto toimii ja vaikka  
asunto onkin etelään päin, ei lämpö haittaa häntä.

### **Kerrostalo asukas 2**

Yritys tai taloyhtiö                      Iso Roobertinkatu 41

Päivämäärä                                      26-01-2017

Mikä oli ensivaikutelmasi tuoteideasta? Yleinen palaute  
Kuulostaa hyvältä, auringon porotus ja asunnon lämpeneminen tuttua.

1. Millaisia käyttöominaisuuksia aurinkoenergiamarkkiisilla tulisi olla, jotta olisitte valmis hankkimaan tai suosittelemaan tuotetta?  
Asennus ja toimintamekanismi yksinkertainen. Miten toimisi talvella?

2. Mitä odotuksia teillä olisi tuotteelta?  
Vakaa toiminta

3. Suostuisitko, että edustamasi taloyhtiön tai yrityksen sisäänkäynnin yhteydessä olisi mainos aurinkoenergiamarkkiisista esim. QR-koodin muodossa?  
Kyllä

4. Olisitteko valmis maksamaan enemmän aurinkoenergiamarkkiisista kuin tavallisesta markkiisista?  
Ehkä, minulla ei käsitystä tavallisenkaan hinnasta. Eikä siitä, saisinko asentaa sellaista nykyisin.  
Voit ilmoittaa vastauksesi prosentteina.

5. Miten päästökauppa tai hiilijalanjälkihyvitys vaikuttaisivat hankintapäätökseen? Onko teillä yhteistyökumppanitahoja, jotka saattaisivat vaikuttaa hankintapäätökseen?  
Olisin valmis hankkimaan

**Kerrostalo asukas 3**

Yritys tai taloyhtiö Poutamäentie 16

Päivämäärä 30-12-2016

Mikä oli ensivaikutelmasi tuoteideasta? Yleinen palaute Hyvä idea. Pieni asuntoni on kesäisin todella kuuma.

1. Millaisia ominaisuuksia tulisi olla, jotta olisit valmis ostamaan / sijoittamaan / suositteluun tuotetta? Mahdollisimman tehokas viilennys, helppo asennus, kestävyys (talvi?)

2. Mitä käyttö odotuksia teillä olisi tuotteelta? Sen tulisi kestää Suomen talvi-olosuhteita, olla luotettava ja huoltovapaa. Myös jokin kanava, huoltonumero tms, mistä pyytää apua jos markiisi ei toimi.

3. Kävisikö aurinkoenergia mainos esim. QR-koodin muodossa yrityksen / asuinkiinteistön ovella? Kyllä, miksikäs ei!

4. Paljonko olisitte valmiit maksamaan tuotteesta verrattuna tavalliseen markiisiin? Varmaankin paljon enemmän, en tunne hintoja mutta voi olettaa että paneelit ja tekniikka maksavat enemmän.

5. Miten päästökauppa tai hiilijalanjälki hyvitys tai muut yhteistyökumppani tahot vaikuttaisivat hankintapäätökseen? Se olisi hienoa, jos tuotteesta voisi hyötyä myös näin.

**Kerrostalo asukas 4**

Nimi Asukas 4 / asentaja

Sähköposti

Yritys tai taloyhtiö Susitie

Päivämäärä 09-02-2017

Mikä oli ensivaikutelmasi Uusi sovelluskohde flexipaneelille. Tähän sopivaa paneelituoteideasta? Yleinen palaute

lia on sinänsä ollut markkinoilla pitkään. Hankinnan syynä tulee olla muu kuin taloudellinen syy, koska tuotantohinta ei pärjää perinteiselle paneelille. Kuvassa olevan kukan hyötysuhde lienee kolmisen prosenttia, joten tyypillisen markiisin alueelta saatava nimellisteho ei ole kovin iso. Sinänsä hyötysuhteella ei juuri ole merkitystä vaan tuotantohinnalla. Paljonko maksaa per watti.

Laskelma hatusta: kuvan liiketilan -markiisin koko on 10x30 metriä. Perinteisellä paneelilla se on 5kWh = 10000 euroa = 3500kWh per vuosi. CIGS-paneelilla tuo 30 neliötä olisi 3kWh = 10000 euroa = 2500kWh / vuosi. Orgaanisella(kahden vuoden päästä) alle 1kW = 20000 euroa = 600kWh per vuosi

1. Millaisia käyttöominaisuuksia aurinkoenergiamarkiisilla tulisi olla, jotta olisitte valmis hankkimaan tai suosittelemaan tuotetta?

Helppo asennus, pitkä tekninen käyttöikä, kohtuullinen tuotantohinta eli hinta asennettuna per watti korkeintaan kolmisen euroa. Hyvä värivalikoima. Monet asennusmahdollisuudet, liima, mekaaninen kiinnitys, rullattavat rakenteet

2. Mitä odotuksia teillä olisi tuotteelta?

Että hinta tulee alas ja olisi lähellä perinteistä alumiini-reunuksista paneelia, jonka järjestelmähinta on nyt alle 2e/watti(sis kaiken).

3. Suostuisitko, että edustamasi taloyhtiön tai yrityksen sisäenkäynnin juu yhteydessä olisi mainos aurinkoenergiamarkiisista

esim. QR-koodin muodossa?

4. Olisitteko valmis mak-

samaan enemmän aurinkoenergiamarkkiisista kuin yli 80% vaatii erityissovellusta. Lisäksi, flexipaneelin lyhytavallisesta markkiisista? empi tekninen käyttöikä(eli nopeampi degrading) on haas-  
Voit ilmoittaa vastauksesi te prosentteina.

5. Miten päästökauppa Eipä juuri. Hankinnan syyt yleisesti eri sektoreilla(OKT, tai hiilijalanjälkihyvitys TY, liikekiinteistöt) suunnilleen ovat:

vaikuttaisivat hankintapäätökseen? Onko teillä yhteistyökumppanitahoja, jotka saattaisivat vaikuttaa hankintapäätökseen?

- 1.Taloudellinen kannattavuus
- 2.Kiinnostus teknologiaan ja uusiutuvaan
- 3.Naapuri tekee, ei ole ehtinyt vielä tehdä
- 4.Halutaan tehdä hyvää/PR-arvot
5. kiinteistön arvon nousu

Lisäkysymys kiinteistöstä

vastaaville tahoille: Mitä aiheuttaako lumikuormat ongelmia, tekninen käyttöikä ajatuksia heräsi laitteen perinteiseen paneeliin(40-60v) verrattuna. ylläpidon kannalta?

Nimi	Suojeluviranomainen
Sähköposti	
Yritys tai taloyhtiö	Vantaan kaupunginmuseo
Päivämäärä	31-01-2017
Mikä oli ensivaikutelmasi tuoteideasta? Yleinen palaute	Ensivaikutelma tuotteesta oli positiivinen ja tätä varmasti pystyisi kehittämään esim. värimaailmaltaan sopivaksi erilaisiin rakennuksiin. Tästä kyselystä sellainen huomio että en osaa erottaa mitkä kysymykset on tarkoitettu yrittäjille ja mitkä asukkaille ja isännöitsijöille. Eli pyrin vastaamaan näihin kaikkiin jotain.

1. Millaisia käyttöominaisuuksia aurinkoenergiamarkiisilla tulisi olla, jotta olisitte valmis hankkimaan tai suosittelemaan tuotetta?
- Mietin aurinkoenergiamarkiisien käyttöä lähinnä suojelluissa rakennuksissa. Liikerakennuksiin näitä olisi helppo sovittaa varsinkin kun niissä monesti on jo valmiina markiisit jotka voitaisiin vain korvata uusilla. Tässä pitäisi kuitenkin huomioida markiisien väritys jolla voi olla merkittävä kaupunkikuvallinen vaikutus niiden ollessa suuria pintoja julkisivuissa. Vaikutus olisi vielä suurempi vanhoissa pientaloissa ja asuinkerrostaloissa joiden alkuperäisarkkitehtuuriin markiisit eivät kuulu. Mutta mikäli värityksen saisi sovitettua julkisivuun ja markiisit olisivat käytössä vain ns. tarvittaessa eikä jatkuvasti, niin en näe mahdottomana niiden asentamista myös suojeltuihin kohteisiin tapauskohtaisesti harkittuna.
2. Mitä odotuksia teillä olisi tuotteelta?
- Markiisien asennuksella tulisi olla merkittävä vaikutus energiansäästöissä jotta sen hyötyjä voisi perustella tarpeellisenä muutoksena suojelluissa kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa kohteissa.
3. Suostuisitko, että edustamasi taloyhtiön tai yrityksen sisäänkäynnin yhteydessä olisi mainos aurinkoenergiamarkiisista esim. QR-koodin muodossa?
- Tähän en osaa vastata sillä en edusta yritystä tai taloyhtiötä.
4. Olisitteko valmis maksamaan enemmän aurinkoenergiamarkiisista kuin tavallisesta markiisista? Voit ilmoittaa vastauksesi prosentteina.
- Tähänkään en osaa vastata sillä tarkastelen asiaa suojeluviranomaisen näkökulmasta.
5. Miten päästökauppa tai hiilijalanjälkihyvytyys vaikuttaisivat hankinta-



päätökseen? Onko teillä yhteistyökumppanitahoja, jotka saattaisivat vaikuttaa hankintapäätökseen?

### Appendix 3: Annual temperature figures from May to September, Finland, Helsinki

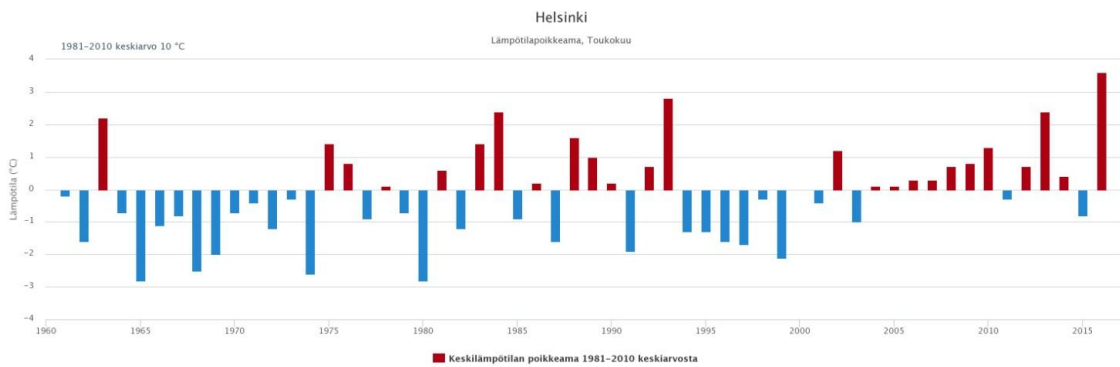


Figure 3.1: Deviations from the mean temperatures, May 1981 - 2010.

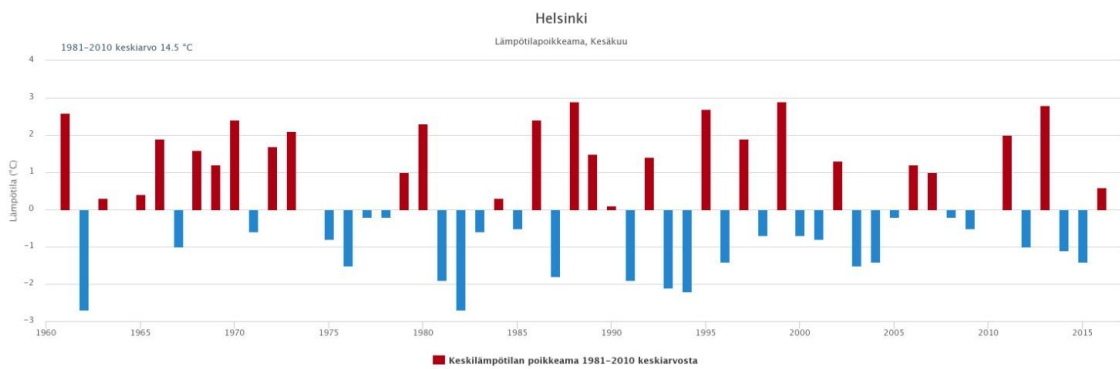


Figure 3.2: Deviations from the mean temperatures, June 1981 - 2010.

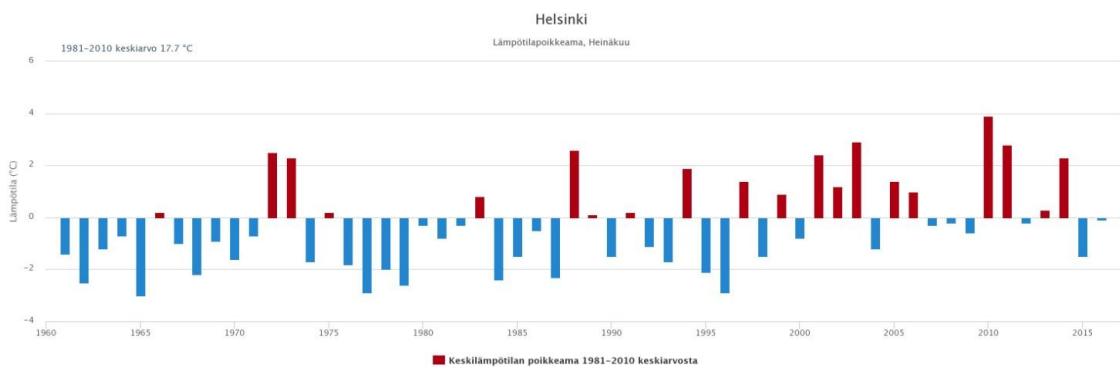


Figure 3.3: Deviations from the mean temperatures, July 1981 - 2010.

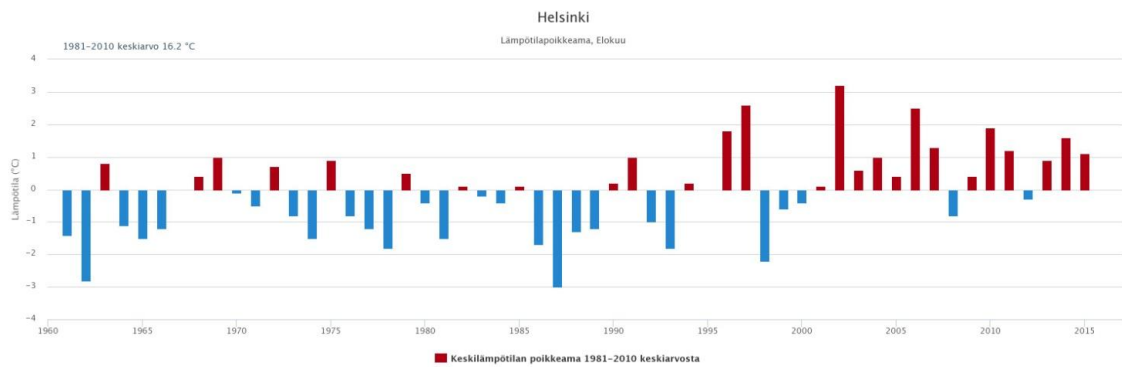


Figure 3.4: Deviations from the mean temperatures, August 1981 - 2010.

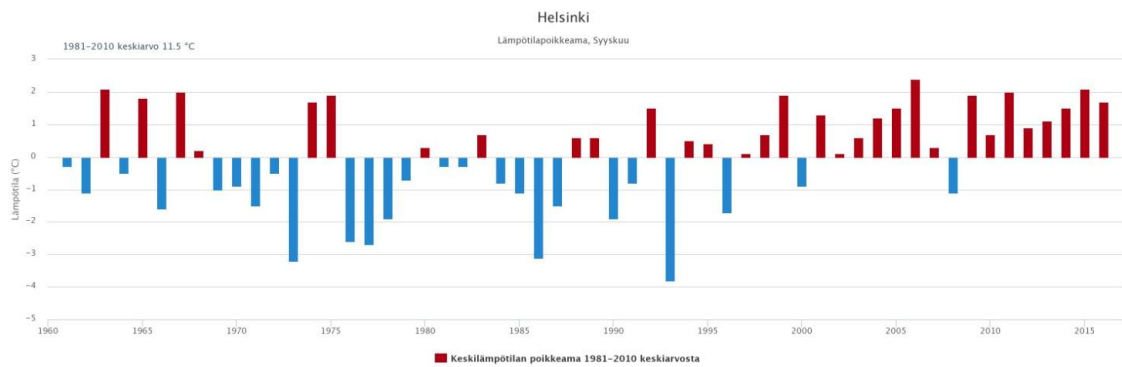


Figure 3.5: Deviations from the mean temperatures, September 1981 - 2010.

## Appendix 4: Opinnäytetyöaiheen esittely markkinointinäkökulmasta Helen Oy:lle

Tarja Kinisjärvi

5.7.2016

Etelään suuntautuvat asunnot ovat asuntomarkkinoiden halvempia, mikä näkyy myös vuokrien keskimääräistä pienemmissä vuokrahinnoissa. Tämän vuoksi vuokraajiksi päätyy opiskelijoita ja pienituloisia joista suurin osa on paljon töissä sekä eläkeläisiä joista suurimmalla osalla on iän mukanaan tuomia terveysongelmia.

**Lähtötilanne, johon opinnäytetyöllä pyrittäisiin löytämään toimiva ratkaisu, on seuraava:**

Etelästä suoraan asuntoon paistava aurinko, jonka lyhyt aaltoinen säteily energia läpäistessään ikkunalasin imeytyy ympäristöön muuttuen pitkä aaltoiseksi lämpösäteilyksi. Heijastuessaan ympäristöstään takaisin ikkunaa kohti pitkä aaltoinen lämpösäteily ei läpäisekkään lasia lyhyt aaltoisen tavoin vaan jää huoneeseen vangiksi lämmittäen asuntoa. Asunnon lämpötila kohoaa tehokkaan ilmanvaihdon ja asunnon ulkopuolisen varjostuksen puuttuessa.

Asunto, jossa suora eteläinen auringonpaiste ja lämpötila noin 30 - 32 astetta touko-elokuu välisenä aikana (omakohtainen kokemus neljän vuoden ajalta asunnosta jossa oli sisälämpömittari), vaikuttaa elämiseen seuraavasti:

- a) nukkuminen vaikeutuu.
- b) ruuanlaitto lämmittää asuntoa lisää, joten ruokailutapoja on muutettava. Tietyt ruoka-aineet eivät säily enää huonelämpötilassa vaan ne ovat säilytettävä jääkaapissa.
- c) vaikutus kokonaisyhyvinvointiin ja jaksamiseen.
- d) seuraa asunnossa olon välttelyä.
- e) myös asunnon muut laitteet lämmittävät tilaa lisää, esimerkkinä jääkaappi, televisio ja tietokone. Laitteiden jäähdytyslaitteisto kuluttaa enemmän sähköä kuumalla ilmalla ja siten laitteet luovuttavat ympäristöönsä enemmän lämpöä: syntyy kierre.

Ongelmanratkaisulla olisi vaikutusta kansanterveyteen samalla kun olisi mahdollisuus ottaa osaa ilmaston muutos talkoisiin sekä luoda järjestelmä, jonka yhdistelmää ei toistaiseksi ole markkinoilla.

### **Ratkaisu:**

Valon pääsy asuntoon olisi estettävä jo ennen kuin suora auringonvalo läpäisee ikkunalasin. Verhot ikkunoiden sisäpuolella lämpenevät lämpösäteilyn ansiosta ja heijastavat sen sisemmäs asuntoon: ulkoarjostuksenkaan ei tulisi siten olla liian lähellä lasia, jottei materiaaliin osuva valo muuttuisi varjostuksen takaosassa lämpösäteilyksi, joka vuorostaan lämmittäisi ikkunalasia ja tuplalasituksen välissä olevaa ilmaa, joka vuorostaan luovuttaisi lämpöä sisälle asuntoon.

Parhaimman tuloksen saisi käyttämällä varjostusta, joka tehokkaassa kulmassa ikkunaan nähden takaisi riittävän ilmanvaihdon lämpöenergian haihuttamiseksi. Kun varjostusmateriaali ei lämpene liikaa myös aurinkopaneelin tuotanto pysyisi hyvissä luokissa (lämpötilan kohotessa tuottavuus laskee).

### **Opinnäytetyö rakentuisi seuraavista aiheista:**

1) **VTT:n kehittämä orgaaninen tai epäorgaaninen aurinkopaneeli, joka on** erittäin kevyttä, taipuisaa ja kierrätettävää. <http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/kuvioidut-taipuisat-aurinkopaneelit-osaksi-sisustusta-ja-esineiden-ulkon%C3%A4k%C3%B6n%C3%A4>

- ✓ Puhelinkeskustelussa 4.7.2016 Ritvosen Tapion / VTT Research Team Leader kanssa selvisi, että vaikka VTT:llä on parhaillaan käynnissä kalvoa koskevat projekti-ideat, Ritvonen kertoi olevansa kiinnostunut opinnäytetyön aiheesta, jatkotuotannon ollessa heidän seuraava tavoitteensa. Tulevaisuudessa kiinteistöjen tulee tuottaa energiaa, jolloin myös niiden julkisivut tulevat energiantuotannon piiriin. Toistaiseksi ikkunoiden kattamaa neliöalaa ei ole suunniteltu muutoin kuin energiantuotannon näkökulmasta (lasin peitto ohutkalvolla) jättäen asukkaan itsensä kokema hyöty tuotannosta pois.

Tämän opinnäytetyön voisi käyttää asukkaan näkökulman kattamiseen yhteistyössä Helen Oy:n ja VTT:n kanssa, jolloin Helen Oy saisi mahdollisuuden olla mukana loppu-tuotteen suunnittelussa ja myynnissä.

2) Materiaali olisi integroitu **markkiisityyppiseen tukirakenteeseen**, joka olisi perinteistä markiisia huomattavasti kevyempi sekä mahdollisesti operointimekanismi poikkeaisi perinteisestä.

- ✓ Kalvomateriaalin ollessa kevyttä se antaisi aurinkoenergiamarkiisille paremman etulyöntiaseman perinteiseen kangasmarkiisiin verrattuna. Lisäksi kierrätettävyys toisi oman lisänsä laitteen huollon tai käytöstä poiston yhteydessä, sillä huonokuntoisia säänarmoilla olleita kankaita ei kierrätetä sillä kuidut eivät kestäisi kierrätysprosessia.

3) Kävimme läpi myös mietintää **rakenteiden keveydestä ja tähän voisi löytyä ratkaisu 3D-tulostamisen** kautta, joka nykyään mahdollistaa vahvojen ja silti kevyiden materiaalien tuotannon.

4) Järjestelmään kuuluisi **viilennysyksikkö** joka kävisi aurinkoenergiamarkiisiin tuottamalla energialla.

- ✓ Viilennysyksikkö voisi olla tehoiltaan ja ominaisuuksiltaan muutoin käyttötarkoitukseen sopiva yksikkö, joka kävisi myös suojeltuihin vanhoihin rakennuksiin ulkolaitteen puuttuessa (tavallinen malli tarvitsee sisälaitteen lisäksi myös ulos seinärakenteisiin kiinnitettävän laitteen).

#### **Asukkaan hyödyt:**

Asukas saisi järjestelmän kautta asuntoonsa viilennyksen ja ehkä myös suoran aurin-gonpaiston estämisen lisäksi jonkin verran kosteuden poistoa joka olisi pidemmällä ajanjaksolla hyödyllistä myös kiinteistölle esimerkiksi kosteuden poistuessa vaatteiden kuivatuksen tai suihkussa käynnin jäljiltä poistoputkien kautta ulos.

Aurinkoenergiamarkiisin mallissa varjostus voitaisiin asentaa kulmaan joka olisi hyödyllisin sekä asukkaan (päivänvalon positiivinen vaikutus mielialaan verrattuna verhojen



takana istumiseen) että energian- tuotannon kannalta. Olipa kyseessä Perovskiitti, joka ottaa parhaiten 15 - 30 asteen kulmassa energian auringonvalosta tai OPV, joka ottaa kaikilta suunnilta energian yhtä tehokkaasti ja jopa pilvisellä säällä tai varjossa, kulma olisi asennusvaiheessa säädettävissä.

- ✓ Aurinkopaneelia käyttäessään asukas ottaisi osaa ilmaston muutoksen pysäyttämiseen
- ✓ Pienestä virrasta syntyy iso puro: mitä enemmän järjestelmiä käytössä sitä enemmän energiaa tuotetaan ja säästetään.
- ✓ Viilennysyksikön saadessa energiansa aurinkoenergiamarkiisin kautta ja asukkaan itse ostaessa laitteiston eivät sähkön kulutuskustannukset tulisi asukkaahan itsensä maksettavaksi sekä laitteiston hankinta ei tulisi muiden osakkaiden maksettavaksi vastikkeiden muodossa.
- ✓ Vanhoissa taloissa julkisivut joihin asennukset olisivat kiellettyjä tai rajoitettuja eivät voisi tuottaa energiaa julkisivujen neliöitä hyödyntäen mutta ikkunoiden kattamat neliöt olisivat uuden järjestelmän kautta mahdollisesti hyödynnettävissä.
- ✓ Helen Oy voisi myydä yhdistelmää suoraan asiakkaille tai kiinteistöille tai vaihtoehtoisesti vuokrata. Vuokratessaan asiakas saisi tutustua järjestelmään ja lopulta päättää haluaako jatkaa käyttöä ostaen laitteen itselleen tai mikäli päättää poistaa yksikön pois käytöstä ei sen poistamisesta aiheutuisi kiinteistölle jälkiä ulkorakenteisiin.
- ✓ Aurinkoenergiamarkiisin varjostuskulma olisi suunniteltu siten ettei se kokonaan estäisi näkymiä ja eikä häiritsisi naapureita.
- ✓ Yksikkö olisi sensoreilla sekä kauko-ohjaimella toimiva: sulku ja aukaisu tapahtuisi aurinkoenergialla (mukana pieni paneeli, joka ottaa energian auringosta eikä aktivointi kuluttaisi sähköä). Sensoreilla automaattisesti sulkeutuva.
- ✓ Pieni lippa kiinni olevan yksikön päällä estäisi lintujen pesimisen sekä talvisin lumen kertymisen.
- ✓ Asukas saattaisi saada kotitalousvähennyksen asennuksesta sillä kyseessä on innovatiivinen aurinkoenergiaratkaisu asunnon kuumuusongelmaan.
- ✓ Suora UV-säteiden pääsy kiinteistöön estettäisiin (asunnon värit pysyisivät hyvinä pidempään)

## Helen Oy:n hyödyt

Helen tarjoaa etelään suuntautuville asunnoille kuumuusongelmaan ratkaisua:

- ✓ Asuntojen arvo saattaisi nousta (myös Helenin omat omistamat kiinteistöt!)
- ✓ Yhtenä ratkaisuna voisi normaalitilanteessa olla pelkkä ilmalämpöpumppu jonka asiakas ostaa itselleen, joka kuluttaa sähköä viilentäessään asuntoa eikä asunnon suoralle auringonpaisteelle ole tässä tapauksessa tehty mitään. Järjestelmän edut aurinkokeräimiin, perinteisiin paneeleihin ja ilmalämpöpumppuihin: kevyt, kierrätettävä, helposti asennettava ja poistettava, hyöty heti käyttöön hellekautena, ikkunan eteen asennettava.
- ✓ Helen Oy olisi ainoa joka tarjoaisi energian tuotanto- ja viilennysjärjestelmää asukkaalle katolle asennettavan aurinkojärjestelmän lisäksi joka tuottaisi asukkaalle suoran hyödyn.
- ✓ Kiinteistöjen IV-konehuone olisi pienemmän rasituksen alaisena ja samoin kuin asukkaiden käyttämät jääkaapit ja tietokoneet, jotka kuluttavat kuumalla enemmän energiaa. Näin Helen Oy ottaa myös osaa energiatalouteen auttamalla energian kokonaiskulutuksen vähentämisessä.
- ✓ Mikäli tuote saataisiin sopivaksi suojeltuihin vanhoihin rakennuksiin tämä tukisi uusien vaatimusten mukaista energiatehokkuutta ja avaisi siten uuden markkina-alueen aurinkoenergialle Suomessa. (Työ- ja elinkeinoministeriö TEM myöntää uusiutuvan energian investointeihin yritykselle ja julkisille toimijoille rahoitusta)
- ✓ Mahdollista toimenpidelupaa hakiessa suojeltujen rakennuksien ikkunoiden uusimisen yhteydessä huomioidaan nykyään energiatehokkuus ja ilmanvaihtoon liittyvät kysymykset ja luvan voisi saada helpommin aurinkoenergiamarkiisin ja viilennysyksikön yhdistelmällä sillä energiatehokkuus ja ilmanvaihto yhdistyvät tässä ratkaisussa
- ✓ Helsingissä jo moni liikekiinteistö käyttää tavallisia mainos- ja kangasmarkiiseja: heille voisi tarjota ilmastoystävällistä energiaratkaisua, johon voisi halutessaan valita jotain muuta kuin viilennyslaitteen energian käytön loppukohteeksi.
- ✓ Huolto tapahtuisi Helenin kautta (takuuhuollot erikseen) sekä vuokraustuotot
  - ➔ Helen saisi tätä kautta tuottoja vaikkei asiakas sähköä kuluttaisikaan.
  - ➔ Aurinkoenergiamarkiisi voisi tuoda lisänäkyvyyttä Helsingin kaupungin tavoitteeseen hiilineutraaliutta kohti

**Mitä odottaa toimeksiantajalta:**

- ✓ Ohjausta ja mukana mietintää prototyypin mallin suunnittelun kanssa
- ✓ Yhteistyökumppanuus VTT kanssa (ja mahdollisen 3D yrityksen kanssa)
- ✓ Aurinkoenergiamarkiisin hyötysuhteen riittävyys tulisi selvittää ja mikäli tämä olisi riittämätön, VTT uskoo tuotteensa kehittymiseen ja tehokkuuden parantamiseen loppukäyttäjien sekä lisäkehityksen kautta, jolloin tulevaa markkinaa ajatellen saattaisi olla hyödyllistä tehdä alustavat arvioit opinnäytetyön kautta. Käytössä on edelleen paljon kiinteistöjä jotka eivät ole nollaenergia tavoitteita täyttäviä tai eivät ole mahdollisia samaan rakennusteknillisten haasteiden vuoksi tehokkaampaa ilmanvaihto- tai viilennysjärjestelmää.

**Muuta lisättävää:**

- ✓ Mallia luonnosta: jokainen puunlehti yhteyttää puulle ravintoa, luonnosta voisi ottaa siten mallia energian tuotannosta idealla ”jokaisella lehdellä / markiisilla” on merkitystä.
- ✓ Lopputuotteessa voisi olla VTT:n mukaan jotain printtikuviota toisella puolella: miten olisi asukkaan iloksi vaikkapa aurinko tai lintuja tai kukkaketo?
- ✓ Väri vaihtoja voi olla tulevaisuudessa saatavilla tällä hetkellä käytössä olevan punaruskean lisäksi myös sininen, harmaa yms.
- ✓ Automaattisesti sateella tai kovalla tuulella sulkeutuva markiisi pysyy paremmassa kunnossa kuin katolla oleva pölylle altis aurinkopaneeli. Muovi kerää itseensä vähemmän likaa kuin perinteinen markiisin kangasmateriaali
- ✓ Pääkaupunkiseudulla rakentaminen on kiihtynyt ja samoin myös uusien rakennusalueiden puusto on vähentynyt ja niitä ei ole varjostamassa asuntoja enää kuten ennen. Varjostamisen tarve lisääntymässä.
- ✓ Ikkunoiden mahdolliset arkkitehtuuriset yksityiskohdat eivät jäisi pysyvästi piiloon, sillä markiisi olisi säädettävissä.

Toistaiseksi Suomen markkinoilla ei ole tullut vastaan vastaavaa tuotetta. Aurinkopaneeli joka on integroitu pelkkään kankaaseen sekä rullalle menevää aurinkopaneelikalvoa on kohdistettu lähinnä vain armeijan tai veneilijöiden käyttöön. On olemassa auringon valosta energiaa tuottavia varjostimia jotka asennetaan kiinteistön sisäpuolelle mutta ne soveltuvat enemmän asuntoihin joissa kuumuus ongelmaa ei ole. Lippa tyyppinen kiinteä aurinkopaneeli on käytössä mm. Ruotsissa ja Suomessa. Vain yksi

aurinkopaneeli ohutkalvo integroituna markiisiin on tullut vastaan ja sen mekanismi perustuu perinteiseen isoon markiisitekniikkaan ja kangasintegrointiin.