

# TreSolar-aurinkoenergian tutkimus- ja kehityshanke

## Hankesuunnitelma

---

### Alkusanat

Aurinkoenergiatekniikka on nopeasti kehittyvä uusiutuvan energiatekniikan muoto. Väriaineherkistettyjen DSC-aurinkokennojen kehittäjälle, sveitsiläiselle kemian tekniikan professorille Michael Grätzelille vastikään myönnetty Millenium-palkinto on kiistaton osoitus aurinkoenergian merkityksestä maailmanlaajuisessa mittakaavassa. Aurinkoenergiaa voidaan käyttää joko sähkön tai lämmön tuottamiseen. Rakennusten ja asumisen käyttämään energiaan liittyvä järjestelmä voi olla talokohtainen tai keskitetty, useita rakennuksia palveleva.

Suomessa aurinkoenergian hyödyntäminen on kansainvälisesti vähäistä, vaikka aurinkosäteilyä meillä on lähes saman verran vuodessa kuin Pohjois-Saksassa. Matalaenergia- ja passiivirakentaminen asettavat haasteita muun muassa kaukolämpötoiminnalle ja EU:n vuoden 2020 vaatimus nollaenergiarakentamisesta vaatii uusiutuvan energian monipuolista hyödyntämistä. Aurinkoenergian hyödyntämiseen liittyvän tekniikan kehittämällä voidaan luoda konkreettisia ratkaisuja edellä esitettyihin haasteisiin keskitettyjen ja hajautettujen aurinkoenergiasovellusten avulla.

Tampereella on edellytykset nousta aurinkoenergiatekniikan osaajaksi ja kehittäjäksi. Tampereen teknillisessä yliopistossa on alan koulutusta ja tutkimusta. Energia-alan tutkimus ja kehittämistoiminta on Tampereen osaamiskeskusohjelmissa ja Hermiassa vahvaa. Automaatio- ja ICT-osaaminen on Tampereella kansainvälistä tasoa, ja sitä voidaan hyödyntää aurinkoenergiajärjestelmien kehittämisessä. Tampereella on myös arkkitehti- ja rakennusalan koulutusta ja vahvaa yritysosaamista. Tampereella ja Lempäälässä sijaitsee kaksi Suomen suurinta rakennuksiin ja verkkoon integroitua aurinkosähköjärjestelmää.

Aurinkoenergiajärjestelmien yleistymistä on hidastanut teknologian korkean hinnan ohella suunnitteluosaamisen puute, verkkoon kytkettyjen järjestelmien toimintamallin puuttuminen, sähkövero- ja taloudellisten kannustimien, kuten syöttötariffin puuttuminen sekä markkinoiden ja alan yritysten vähäisyys. Valmisteltavalla hankkeella pyritään poistamaan aurinkoenergian käytöltä niitä esteitä, joihin paikallisesti voidaan vaikuttaa, eli suunnitteluosaamisen kehittämiseen, verkkoon integroidun järjestelmän toimintamallin luomiseen, yleisten reunaehtojen ja kannusteiden kehittämiseen sekä markkinoiden ja alan yritysten kasvattamiseen. Lisäksi aurinkoenergiajärjestelmien pilotoinnilla pyritään hankkimaan käyttökokemuksia aurinkoenergiasta Suomen oloissa ja luomaan siten uskottavuutta aurinkoenergian käytölle.

## Sisältö

Alkusanat.....	I
Johdanto.....	1
1 Aurinkoenergiateknologian markkinatilanne Suomessa ja maailmalla .....	3
1.1 Aurinkoenergian hyödyntämistä puoltavat tekijät, yleiset tavoitteet ja edistämiskeinoja.....	3
1.2 Aurinkosähkön markkinatilanne globaalisti.....	4
1.3 Aurinkolämpöteknologian markkinatilanne globaalisti.....	7
1.4 Aurinkoenergiateknologian markkinatilanne Suomessa .....	9
2 Kytkeytyvät hankkeet ja esimerkkikohteet .....	10
2.1 Kytkeytyvät hankkeet .....	10
2.2 Esimerkkikohteita.....	12
3 Asiantuntijanäkemyksiä .....	14
4 Tutkimus- ja kehitysaiheita ja mahdollisia demonstraatiokohteita.....	15
4.1 Potentiaalisia demonstraatiokohteita Tampereen alueella .....	15
4.1.1 Vuoreksen asuntomessualue .....	15
4.1.2 Aurinkokaupunki Nurmi-Sorila .....	15
4.1.3 Tampereen kaupungin muita omia kohteita.....	16
4.1.4 Koskikeskuksen saneeraus .....	16
4.1.5 Keskusareena ja kansi-projekti.....	16
4.1.6 Härmälänranta.....	17
4.1.7 Muita mielenkiintoisia tahoja.....	17
4.2 Tutkimusaiheita.....	17
4.2.1 Tutkimus ja tuotekehitys.....	18
4.2.2 Soveltava tutkimus .....	19
4.2.3 Tuki- ja reunaehdot.....	23
4.2.4 Positiivisen mielikuvan luominen, koulutus ja tiedon jakaminen .....	25
5 Organisointi ja budjetti.....	27
5.1 Rahoitus.....	27
5.2 Tekijätahot .....	29
6 Johtopäätökset ja Tampereen potentiaaliset vahvuudet aurinkoenergiatutkimuksessa.....	29
7 Aurinkoenergiateknologia - Työpakettiehdotuksia.....	31
7.1 Tulevaisuuteen tähtäävä simulointitutkimus ja potentiaalitarkastelu.....	31
7.2 Ohjelmistotyökalut ja simulointimallit .....	31

7.3	Verkkoon kytkentä, ehdot ja käytännöt .....	31
7.4	Aurinkolämmön ja kaukolämmön yhteiskytkentä .....	32
7.5	Julkiset aurinkoenergiapilotit.....	32
7.6	Aurinkoenergia kaavoituksessa.....	32
7.7	Vuoreksen aurinkotalot .....	33
7.8	Kaupunkiympäristöön sopivien aurinkoenergiaa hyödyntävien yhteistilojen kehittäminen –kilpailu 34	
7.9	Demonstraatiokohteiden analysointi.....	34
7.10	Tulevaisuuden aurinkoenergiatekniikat .....	34
8	Kirjallisuus- ja Internetlähteet .....	35
	LIITE 1 Haastatellut tahot.....	36

## Johdanto

Tämä hankesuunnitelma on osa Tampereen kaupungin ECO2 – ohjelmaa. ECO2 – Ekotehokas Tampere 2020 toteuttaa Tampereen kaupungin ilmasto- ja energiatavoitteita tukemalla hankkeita, jotka edistävät vähähiillistä ja hiilineutraalia kaupunkirakennetta. Hankesuunnitelman on laatinut tutkija Tiina Sahakari (TTY). Hankkeen johtoryhmässä ovat toimineet Suvi Holm (Ekokumppanit Oy), Pauli Välimäki (ECO2) ja Timo Kalema (TTY).

Tampereen seudun ilmastostrategian mukaan Tampereesta halutaan tehdä ilmastopolitiikan edelläkävijä ja vuoteen 2030 mennessä halutaan saavuttaa yli 40 % CO<sub>2</sub>-päästövähennys asukasta kohden laskettuna. ECO2-ohjelma on käynnistynyt vuonna 2010 ja sen toteuttamisvaihetta 2010-2012 tukee Suomen itsenäisyyden juhluvuoden rahasto Sitra. Kaupungin tavoitteena on tehdä ECO2:sta strateginen hanke, joka kestää vuoteen 2020 asti.

TreSolar on hankesuunnitelma aurinkoenergian tutkimus ja kehityshankkeesta. Hankesuunnitelman pohjalta oli alun perin tarkoitus käynnistää nelivuotinen (2011-2015) tutkimus- ja kehityshanke aurinkosähkön ja -lämmön käytön edistämiseksi Pohjois-Euroopan olosuhteissa, jossa tutkitaan Tampereen ilmasto-olosuhteisiin soveltuvia aurinkolämpö- ja aurinkosähköjärjestelmiä, tutkitaan ja kehitetään mitoitustyökaluja, toteutetaan pilottikohteita asuin- ja palvelurakennuksissa sekä kokonaisilla asuinalueilla sekä luodaan edellytyksiä aurinkoenergiateknologiaan liittyvälle yritystoiminnalle. Aurinkolämmössä tutkitaan sekä hajautettuja talokohtaisia järjestelmiä että keskitettyjä, kaukolämpöjärjestelmään lämpöä syöttäviä järjestelmiä. Hankesuunnitelman laatimisprosessin kuluessa on tullut esille mahdollisuus käynnistää laaja, eri kaupunkien yhteinen tutkimus- ja kehityshanke, jossa aurinkoenergia on yhtenä itsenäisenä kokonaisuutena muiden uusiutuvien energioiden kokonaisuuksien ohella. Tällainen hanke mahdollistaisi laajemman yhteistyön lisäämisen, tiedon jakamisen ja osaamisen hyödyntämisen.

Tässä hankesuunnitelmassa tulevasta hankkeesta käytetään nimeä TreSolar. Päätöksistä riippuen tämä voi tarkoittaa joko itsenäistä Tampereen kaupungin aurinkoenergiahanketta tai esimerkiksi useiden kaupunkien yhteisen uusiutuvien energioiden –hankkeen aurinkoenergiaosuutta. Tampereen kaupungin kannalta treSolarin päätavoitteet säilyvät silti samoina ja ne ovat:

- Hiilidioksidipäästöjen vähentäminen aurinkolämmön ja -sähkön avulla
- Hajautetun uusiutuvan energian käytön lisääminen
- Pirkanmaan olosuhteisiin soveltuvien kustannustehokkaiden järjestelmien kehittäminen ja testaaminen
- Aurinkosähköteknologian integroiminen asuinrakentamiseen ja sähköverkkoon
- Alan osaamisen kehittäminen ja yritystoiminnan edellytysten luominen Tampereella
- Yhteistyöverkoston ja toimintamallin luominen aurinkoenergiateknologian hyödyntämiseksi rakentamisessa
- Kansainvälinen yhteistyö ja näkyvyys aurinkoenergiateknologian tutkimuksessa ja kehittämisessä.

[ECO2]

Tässä selvityksessä on luotu lyhyt katsaus aurinkoenergiateknologian markkinatilanteeseen Suomessa ja ulkomailla. Tämän lisäksi on kartoitettu joitakin tulevaan hankkeeseen kytkettävissä olevia hankkeita ja muutamia mielenkiintoisia aurinkoenergiaa hyödyntäviä esimerkkikohteita Suomessa ja ulkomailla. Selvityksessä on haastateltu lukuisia asiantuntijoita julkisilta tahoilta, erilaisista tutkimuslaitoksista ja

yrittäjistä ja kartoitettu näiden haastattelujen perusteella tulevan hankkeen kannalta mielekkäitä tutkimus- ja kehitysalueita. Lopuksi on vielä luotu lyhyehkö katsaus tulevan hankkeen mahdollisiin rahoitusmalleihin sekä annettu ehdotuksia tulevan aurinkoenergiaprojektin työpaketeiksi. Työn liitteenä on listaus haastatetuista tahoista.

# 1 Aurinkoenergiateknologian markkinatilanne Suomessa ja maailmalla

On vaikea arvioida luotettavasti mitkä uusiutuvat energialähteet tulevat olemaan vallitsevia tulevilla globaaleilla energiamarkkinoilla. Ennusteita on monensuuntaisia ja ne perustuvat ennusteen laatijan lähtökohtiin ja motiiveihin. Uusiutuvien energiamuotojen markkinoilla menestyäkseen yritysten on erittäin tärkeää ymmärtää sekä markkinamuutoksia että muutostekijöitä. Tulevaisuudessa todennäköisesti erilaiset uusiutuvat energialähteet ovat käytössä aikamuuttuvalla tuotannolla, minkä lisäksi tarvitaan perusvoimaa, joka saattaa olla esimerkiksi hiilivoimaa hiilidioksidin poistolla tai fuusiovoimaa. [Konttinen, P. Esitys 3.]

Aurinkosähkö- ja aurinkolämpöjärjestelmien markkinat ovat kasvusuhdanteiset Suomessa ja ulkomailla. Teknologia on kehittynyt jokaisella osa-alueella ja sovelluskohteita on tullut jatkuvasti lisää. Järjestelmien hinnat ovat laskeneet, samalla kun sähkön ja lämmön hinnat ovat nousseet. Maissa, joissa aurinkoenergialle on käytössä voimakkaita tukimuotoja, volyymit ovat kasvaneet merkittävästi ja tämän myötä myös yksikkökustannukset ovat pienentyneet huomattavasti. Suomessa tukimuodot ovat melko vähäiset, joten suuria volyymeja ei ole vielä muodostunut ja kasvu ei ole ollut yhtä nopeaa, kuin monissa muissa EU-maissa.

## 1.1 Aurinkoenergian hyödyntämistä puoltavat tekijät, yleiset tavoitteet ja edistämiskeinoja

Aurinkoenergian hyödyntämistä puoltavat useat eri tekijät. Tärkeä lähtökohta on se, että jatkuva auringon säteilyteho maapallolle on noin 100 000 TW ja ihmiskunta käyttää jatkuvasti 11 TW tehoa. Vuosittain auringon säteilyä saadaan maapallolle siis noin 873 600 PWh. Öljyn hinta nousee ja ilmastonmuutos huolestuttaa. Kioton sopimuksessa on tehty linjaus hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi ja EU on ottanut sitovaksi tavoitteekseen nostaa uusiutuvien energioiden osuus 20 %:in vuoteen 2020 mennessä. Esimerkiksi Saksassa ja Japanissa (osin USA:ssa) on lähdetty voimakkaasti edistämään aurinkoenergiateknologian käyttöönottoa. [Konttinen, P. Esitys 3]

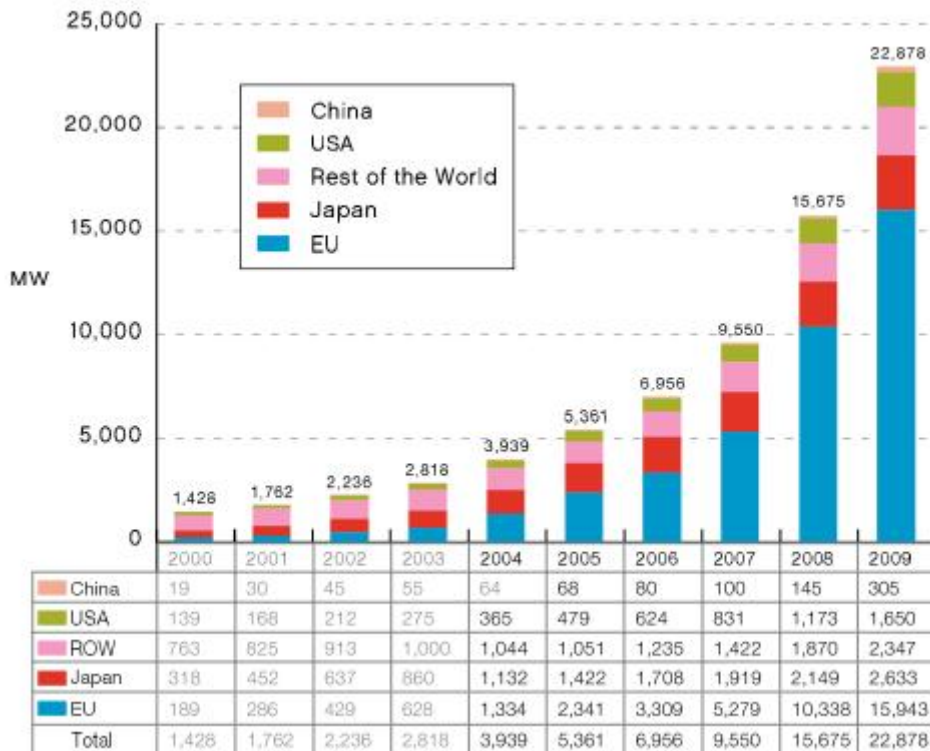
EU:n tavoitteet aurinkolämmön osalta vuoden 2020 20 % uusiutuvien energioiden vaatimusten lisäksi on, että EU:n alueella on vuonna 2010 100 miljoonaa m<sup>2</sup> aurinkolämpökeräinpinta-alaa, mikä tarkoittaa 264 m<sup>2</sup>/1000 asukasta (Kreikan nykytaso). Aurinkosähkön osalta esimerkiksi Saksaan asennetaan vuoden 2010 aikana 8-20 MWp aurinkosähköä. EPIA:n tavoite on, että vuoteen 2020 mennessä 12 % EU:n sähköstä tuotettaisiin aurinkosähköllä. Muualla maailmassa esimerkiksi Kiinassa aurinkolämpöteknologian kasvu ja käytön yleistymisen on ollut erittäin voimakasta. Aurinkosähkön osalta Japani poisti subventiot vuosina 2007-2008, mutta otti ne uudestaan käyttöön vuonna 2009 markkinoiden ylläpitämiseksi. [Konttinen, P. Esitys 5]

Yleisesti keinoja aurinkoenergian hyödyntämisen edistämiseksi ja markkinoiden kasvattamiseksi ovat muun muassa

- investointituet ja muu lainsäädäntö
- feed-in –tariffit
- EU:n direktiivit
- tutkimus- ja kehityspanostus teknologioiden pullonkaulaongelmien ratkaisemiseksi
- järjestelmien optimointi energainfrastruktuuriin
- vapaan kilpailun ja uusien teknologioiden markkinoille pääsyn turvaaminen [Konttinen, P. Esitys 5]

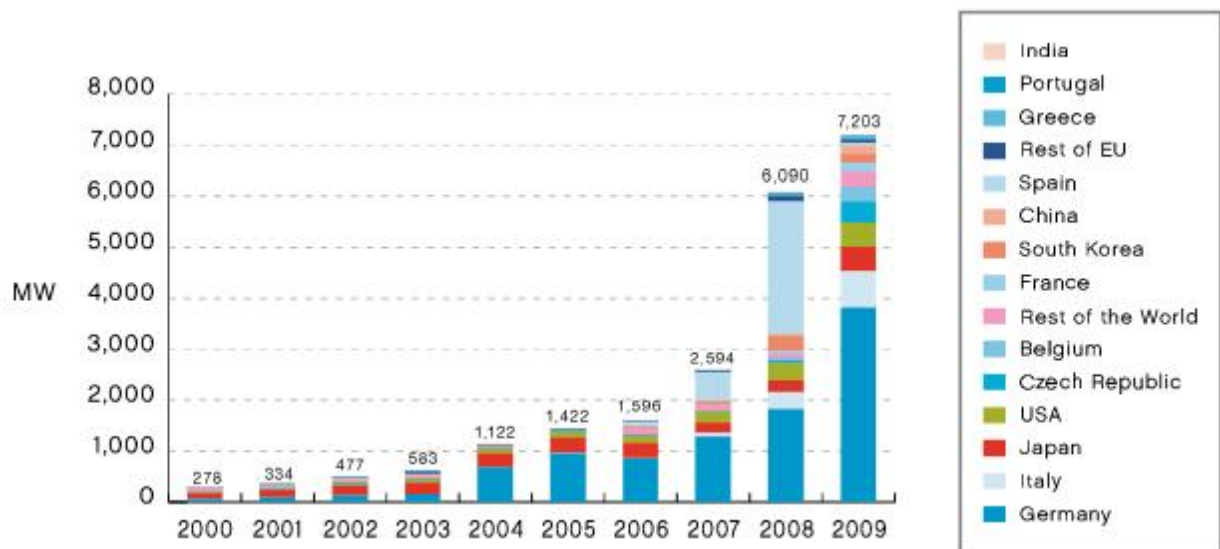
## 1.2 Aurinkosähkön markkinatilanne globaalisti

Aurinkosähkömarkkinat ovat olleet pitkään kasvusuhdanteessa ja viime vuosina kasvuvauhti on ollut huomattavaa. Kuva 1 on The European Photovoltaic Industry Associationin (EPIA) PV-tekniologian markkinatilannekatsauksesta. Kuvassa Kuva 1 on esitetty kumulatiivisesti PV-markkinoiden kasvu vuodesta 2000 vuoteen 2009.



Kuva 1 Kumulatiivinen asennettu PV-teho (MW) vuosina 2000-2009. [EPIA, s. 5]

Vuosittaiset markkinat ovat kasvaneet vuoden 2003 alle 1 GW:sta vuoden 2009 7,2 GW:in. Aurinkosähkön globaalien markkinoiden arvioidaan olevan vuonna 2010 11-18 GW. Saksassa kasvu on ollut kaikkein suurinta, johtuen pitkälti valtion tukipolitiikasta, mutta myös muissa maissa kasvu on ollut kiihtyvää. Joissakin maissa, kuten Espanjassa ja Etelä-Koreassa määrät ovat vähentyneet vuoteen 2009. Tämä on nähtävissä seuraavasta kuvasta 2.



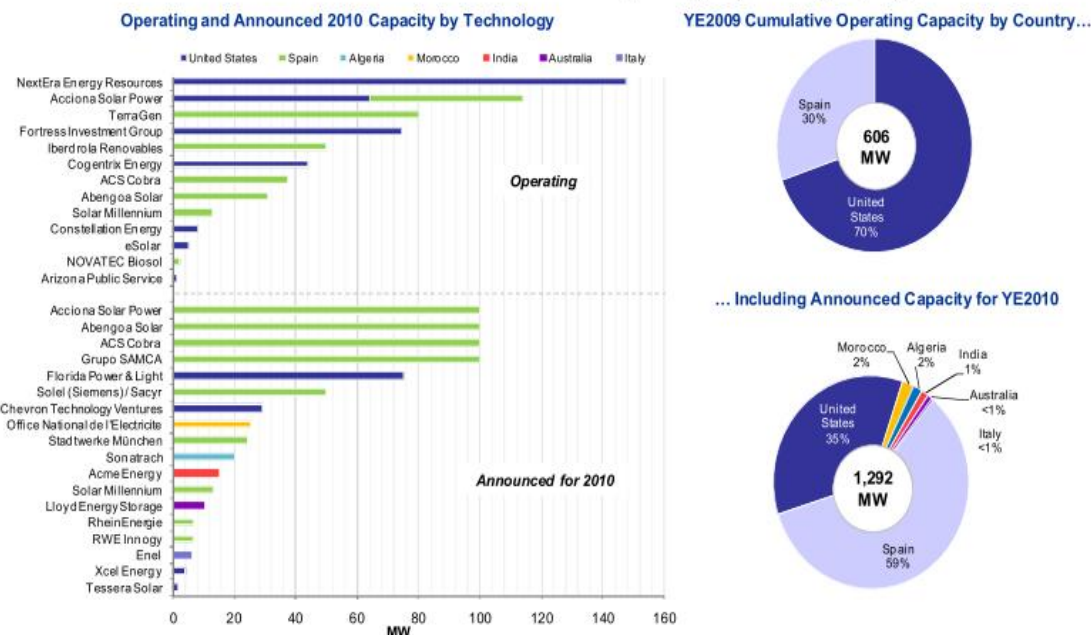
Kuva 2 Vuosina 2000-2009 asennettu PV-kapiteetti (MW) maittain. [EPIA, s. 6]

Kuvasta Kuva 2 nähdään, että Espanjassa asennetut määrät tippuivat rajusti vuoteen 2009, asennuspiikin osuessa vuodelle 2008. Tämä johtui Espanjan tukipolitiikan muutoksista. Kuvasta nähdään myös, että Saksassa PV-kapiteetti lisääntyy selkeästi eniten vuosittain, mutta vuodesta 2007 lähtien kapasiteetin lisäys on ollut huomattavassa kasvussa myös muissa maissa.

Tukipoliittiset muutokset aiheuttavat voimakasta vaihtelua aurinkosähkemarkkinoilla. Saksassa on pienennetty aurinkosähkölle myönnettäviä tukia 10 % heinäkuussa 2010 ja niitä pienennetään vielä 13 % tammikuun 2011 alussa. Tämän arvioidaan supistavan Saksan aurinkosähkemarkkinat noin 2-6 GW vuositasolle. Toisaalta järjestelmien hintojen arvioidaan laskevan valmistuskapasiteetin kasvaessa, mikä lisää markkinoiden kasvua muissa maissa ja tasaa Saksan markkinoiden pienentymistä.

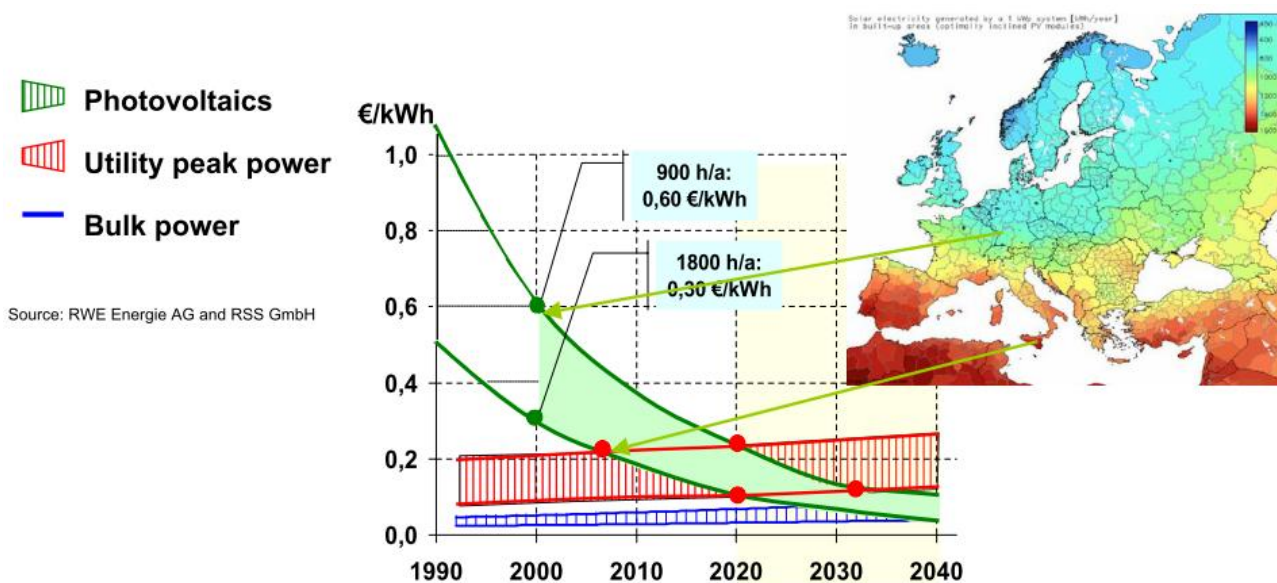
Kuvassa Kuva 3 on Emergin Energy Research:n (EEP) raportissa "Global Concentrated Solar Power Market and Strategies 2010-2025" esitetty keskeisten suurten keskittävien aurinkosähkötarkaisujen tuottajien markkinatilanne.

### Exhibit: Global Concentrated Solar Power Capacity by Geography and Technology



Kuva 3 Keskeisten suurten CSP-tuottajien kumulatiivinen asennettu tehokapasiteetti (MW) vuonna 2009 ja ilmoitettu kapasiteetti vuodelle 2010. [EEP]

Kuvasta huomataan, että keskittävät/konsentroivat aurinkosähköjärjestelmät eivät ole tehokapasiteetiltaan mitattuna vielä läheskään yhtä yleisiä, kuin PV-järjestelmät. Kasvu on kuitenkin huomattavaa myös tällä alueella. Konsentroivat järjestelmät eivät sovellu Suomeen, koska ne vaativat suoraa auringon säteilyä ja Suomessa noin 50 % säteilystä on hajasäteilyä. Kuvassa Kuva 4 on vuonna 2006 esitetty ennuste aurinkosähkön kilpailukyvyistä verrattuna verkkosähkön hintaan Euroopan eri leveysasteilla nyt ja tulevaisuudessa.

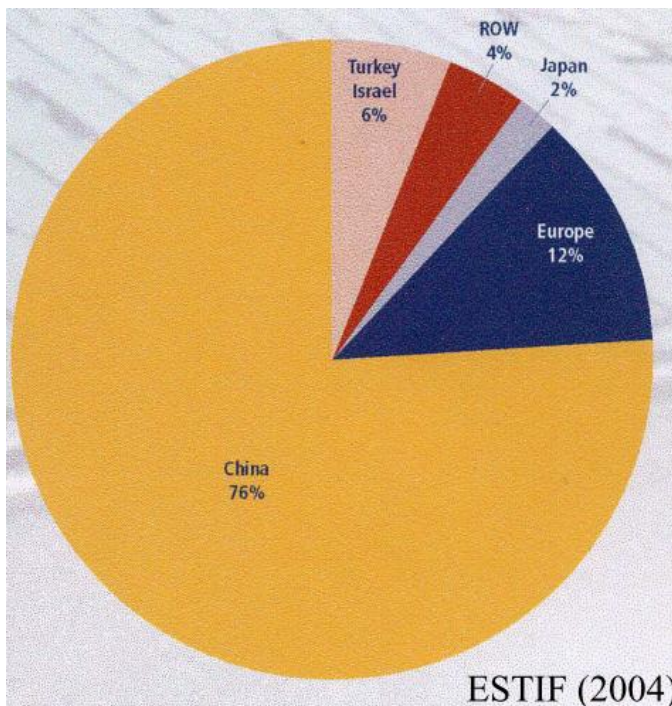


Kuva 4 Aurinkosähkön (PV) kilpailukyky verrattuna verkkosähkön hintaan Euroopan eri leveysasteilla nyt ja tulevaisuudessa. [Konttinen, P. Esitys 5]

Vuonna 2006 verkkoon kytketyn aurinkosähkön hinta oli noin 0,25-0,65 EUR/kWh. Vuonna 2010-2012 hinnan odotetaan olevan Etelä-Euroopassa 0,05-0,12 EUR/kWh, jolloin se tulee kilpailukykyiseksi verkkosähkön kanssa. Keskusteluun nousseita aiheita ovat muun muassa, miten energiayhtiöt ja muut toimijat saataisiin aktivoitua mukaan toimintaan suurmarkkinoiden luomiseksi ja älykkäät sähköverkot uusiutuvien energioiden kuten aurinkosähkön liittämiseksi verkkoon. "Mikrotuotannon liittämminen yleiseen sähköverkkoon" on lina Lehtosen vastikään (vuonna 2009) aiheesta tekemä diplomityö TKK:lla. [Konttinen, P. esitys 5]

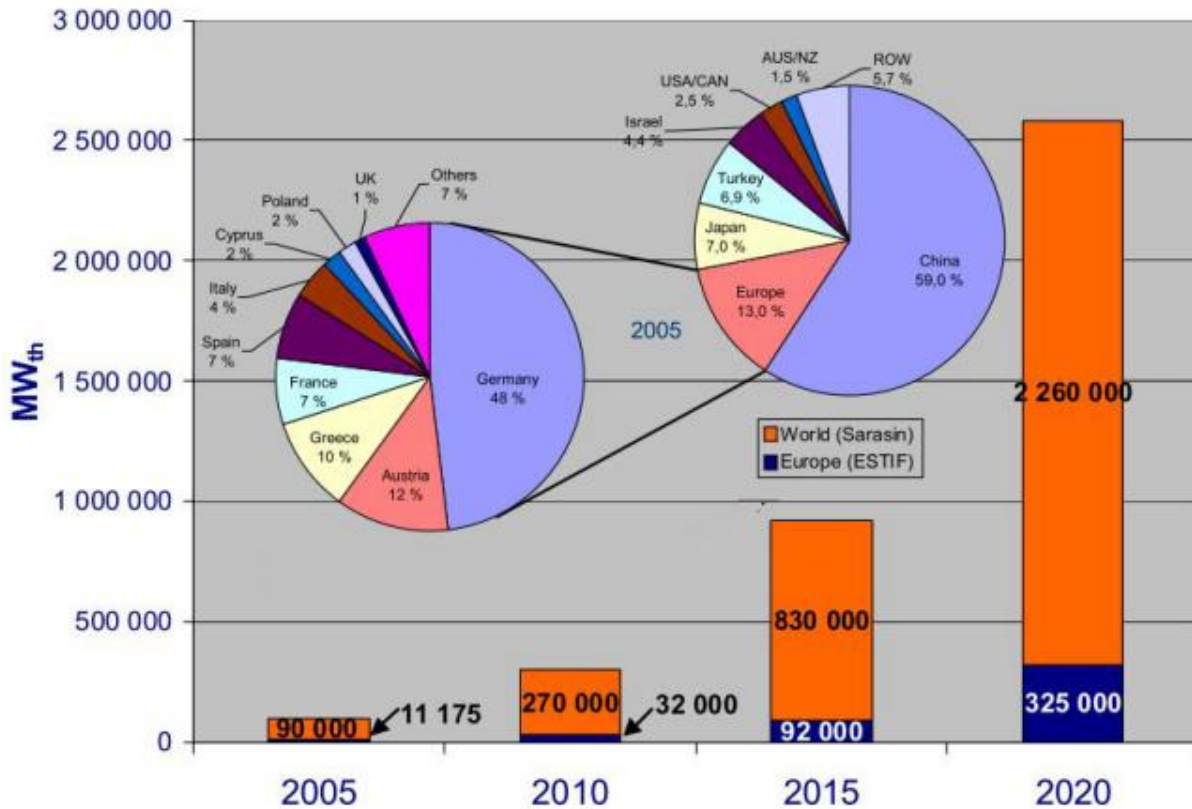
### 1.3 Aurinkolämpöteknologian markkinatilanne globaalisti

Suurimmat ja nopeimmin kasvavat aurinkolämpömarkkinat ovat Kiinassa. Kuvassa Kuva 5 on European Solar Thermal Industry Federationin (ESTIF) esittämä aurinkolämmön maailmanmarkkinoiden jakaantuminen vuonna 2004.



Kuva 5 ESTIF:n esittämä aurinkolämmön maailmanmarkkinoiden jakaantuminen vuonna 2004. [Konttinen, P. Esitys 4.]

Jakauma ei ole oleellisesti muuttunut vuoteen 2010. Kiinan markkinoilla suurin osuus on tyhjiöputkikeräimillä, joista suuri osa on erittäin halvalla valmistettu ja laatu voi siksi vaihdella huomattavasti. EU:n alueella tyhjiöputkikeräinten markkinaosuus on suuruusluokkaa 10-15 %. Euroopan markkinoilla on suuri kysyntä korkealaatuisille tasokeräimille. [Konttinen, P. esitys 4.] Kuvassa Kuva 6 on esitetty vuonna 2005 globaalisti asennettu aurinkolämpökapasiteetti ja optimistisesti arvioitu kumulatiivinen kapasiteetti vuosille 2005-2020.

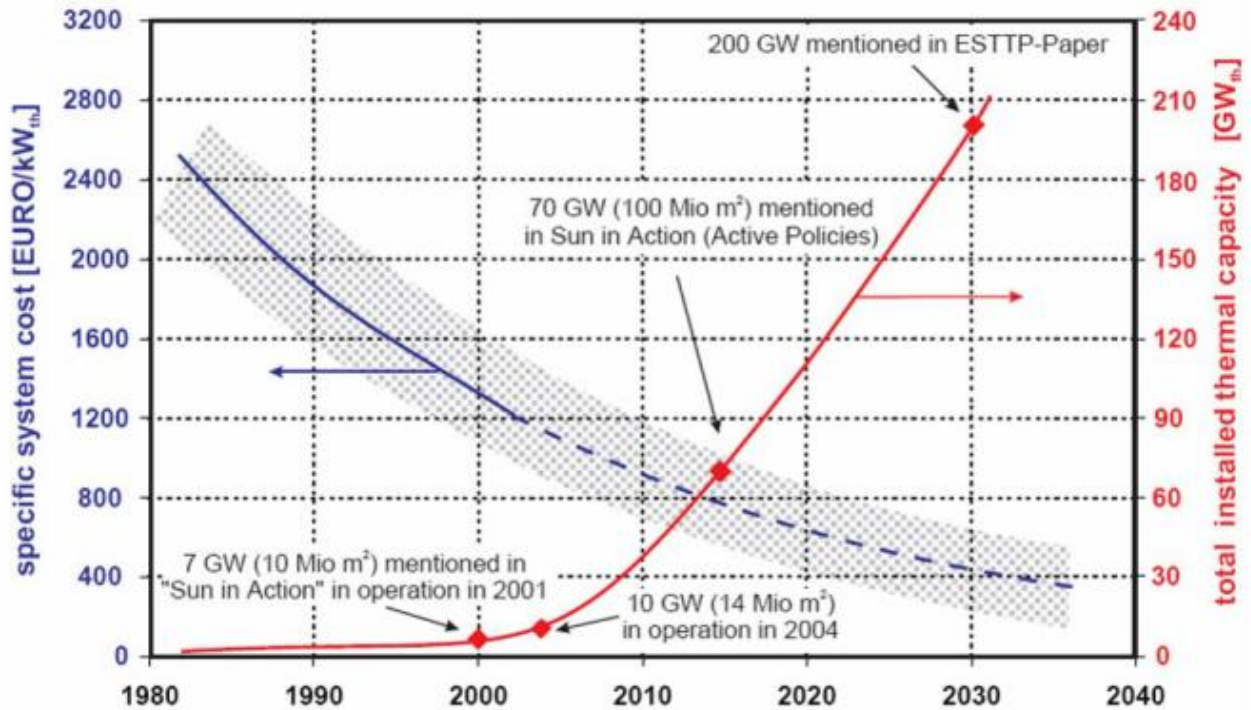


Kuva 6 Maailmanlaajuisesti vuonna 2005 asennettu aurinkolämpöpotentiaali ja optimistinen kumulatiivinen potentiaaliennuste vuosille 2005-2020. [Konttinen, P. esitys 4]

Kuvasta nähdään, että vuonna 2005 saksan osuus oli Euroopan potentiaalista huomattavasti suurin, mutta globaalissa mittakaavassa Euroopan osuus oli ainoastaan 13 %, Kiinan osuuden ollessa 59 %.

Asennetun aurinkolämpöpotentiaalın vuosikasvu on ollut jatkuvaa jo vuodesta 1990, lukuun ottamatta paria kuoppaa, jotka johtuivat tukipoliittisista muutoksista. Aurinkolämpökeräinteknologia on jo monessa paikassa taloudellisesti kannattavaa ilman tukia. Markkinat ovat kuitenkin alltiita heilahteluille. Optimoidut järjestelmät, järjestelmäintegrointi ja teknologinen kehitys lujittavat aurinkolämpökeräinmarkkinoita Euroopassa, samalla kun fossiilisten polttoaineiden hinnat kohoavat. [Konttinen, P. esitys 4]

Kuvassa Kuva 7 on esitetty ESTTP:n arvio pienen mittakaavan aurinkolämpöjärjestelmien hinnan kehityksestä Keski-Euroopassa. Kuvaajaan on lisätty skenaarioita mahdollisesta kapasiteetin lisäyksestä.



Kuva 7 Pienen mittakaavan aurinkolämpöjärjestelmien toteutunut ja arvioitu hinnan kehitys (EUR/kWh) vuosina 1980-2040 sekä skenaarioita mahdollisesta kumulatiivisesta kapasiteetista (GW) Keski-Euroopassa. [Konttinen, P. esitys 4], [ESTTP, s. 30]

Kuvasta Kuva 7 nähdään, että asennetun kapasiteetin hinnat ovat laskeneet melko jyrkästi ja tämän skenaarion mukaan markkinoilla on voimakas kasvupotentiaali.

IEE on käynnistänyt heinäkuussa 2009 ohjelman "SDHtake-off – Solar District Heating in Europe". Ohjelmalla pyritään edistämään aurinkolämmön hyödyntämistä ja markkinoiden kehitystä kaukolämmön tuotannossa Euroopassa. Tällä hetkellä järjestelmiä tuottavat ainoastaan muutamat toimijat ja niitä on käytössä vain muutamissa EU-maissa, muun muassa Itävallassa, Saksassa, Tanskassa ja Ruotsissa. [SDH]

#### 1.4 Aurinkoenergiateknologian markkinatilanne Suomessa

Suomessa aurinkoenergian hyödyntämistä rajoittaa ennen kaikkea lämmön ja sähkön tarpeen ja aurinkoenergian saatavuuden eriaikaisuus. Kesällä päivät ovat pitkiä ja auringon säteilyä saadaan enemmän kuin Keski-Euroopassa. [Konttinen, P. Esitys 2] Esimerkiksi Ruotsissa, jossa on monin paikoin vastaavat olosuhteet kuin Suomessa, aurinkoenergiaa on hyödynnetty huomattavasti enemmän. Tähän vaikuttavat merkittävästi Ruotsin valtion käyttämät tukitoimet. Suomessa olemassa olevan rakennukseen sähkö- tai öljylämmitysjärjestelmään lisättävään käyttöveden aurinkolämmitysjärjestelmään voi saada ympäristöministeriön 15 % investointituen. Lisäksi työosuuteen voi saada laajennetun kotitalousvähennyksen. Lisäksi Työ- ja elinkeinoministeriö voi myöntää muihin kuin asuinrakennuksiin korkeintaan 40 % investointituen aurinkoenergiajärjestelmille. Tukea ei myönnetä kotitalouksille.

Suomessa aurinkoenergiamarkkinat ovat vielä todella pienet. Isomman mittakaavan sovelluksia on muutamia ja tämän lisäksi yksityistalouksiin on asennettu jonkin verran aurinkolämpö- ja aurinkosähköjärjestelmiä. Aurinkosähköjärjestelmiä on asennettu pääasiassa vapaa-ajanasuntoihin. Aurinkolämpöjärjestelmät toimivat pääosin tukena käyttöveden lämmityksessä. Suuri osa Suomessa tuotetuista ratkaisuista menee vientiin.

## 2 Kytkeytyvät hankkeet ja esimerkkikohteet

TreSolar –hankkeessa kannattaa hyödyntää Suomessa ja maailmalla olevia esimerkkikohteita sekä käynnissä olevien ja päättyneiden hankkeiden tuloksia ja saatuja kokemuksia. Seuraavissa alaluvuissa 2.1 ja 2.2 on esitelty muutamia hankkeita, joista osaan on oltu yhteydessä ja mielenkiintoisia esimerkkikohteita. Hankkeen seuraavassa vaiheessa kannattaa perehtyä tarkemmin sopiviin esimerkkikohteisiin ja projekteihin, etsiä lisää kotimaisia ja kansainvälisiä hankkeita ja hyödyntää uusia ja jo tässä vaiheessa esille nousseita kontakteja.

### 2.1 Kytkeytyvät hankkeet

#### *ECO2*

TreSolar on osa Tampereen kaupungin ECO2 –ohjelmaa. Tähän mennessä ECO2-ohjelman puitteissa on käynnistetty seuraavat hankkeet:

- Tampereen keskusareenan ja kannen ekotehokkuus selvitys
- Tampereen seudun hiilijalanjäljen laskenta
- Ekotehokkuustyökalun kehittäminen kaavoituksen käyttöön
- Tampereen alueen palvelurakennukset ekotehokkaiksi -hanke
- Autojen yhteiskäyttöselvitys
- Tampereen kaupunkipyörät
- Rakennuskulttuurin neuvonta- ja koulutuskeskuksen alkukartoitus
- Olen energiapihi talo! -kilpailu

#### *Aurinkokaupunki Nurmi-Sorila*

Tampereelle, Näsijärven maisemissa sijaitsevalle Nurmin ja Sorin alueelle suunnitellaan uutta, noin 13 000 asukkaan kaupunginosaa. Tähän liittyen tullaan käynnistämään hanke "Aurinkokaupunki Nurmi-Sorila". Vuosien 2010-2012 ajan kestävässä hankkeessa tullaan valmistelemaan aikataulutettu toteutus suunnitelma hiilineutraalin kaupunginosan rakentamiseksi. Hanke kannattaa ehdottomasti sitoa osaksi TreSolar –hanketta.

#### *SolarForum*

Satakunnan alueella on käynnissä kolmivuotinen SolarForum-projekti. Projektissa on tavoitteena tuottaa tutkittua tietoa ja kehittää uudenlaisia sovelluksia, joilla voidaan hyödyntää aurinkoenergiaa pohjoisissa olosuhteissa. Tutkimuksella ja kehittämis- ja innovaatio toiminnalla luodaan uutta liiketoimintaa ja tähdätään Suomessa ja Satakunnassa tuotetun aurinkoenergiaosaamisen vahvistumiseen ja viennin kasvattamiseen. Jatkotavoitteena on luoda kansallisen aurinkoenergiaklusterin keskus Satakuntaan. Hanketta koordinoi Satakunnan ammattikorkeakoulu (SAMK). Hankkeessa yhteistyökumppaneita ovat Porin Seudun Kehittämiskeskus Oy POSEK, Luvata Pori Oy, CimSolar Oy, Satmatic Oy, Sermatech Oy, Porin Termolaite Oy ja Cupori Oy. [SolarForum] Hankkeessa on mukana lukuisia yrityksiä, se on kaikille avoin ja erittäin mielenkiintoinen yhteys myös TreSolar –hanketta ajatellen.

#### *SataPV*

SataPV on toinen Satakunnan ammattikorkeakoulun hanke, jossa selvitetään, miten aurinkoenergia-alan toimintaympäristö saadaan vastaamaan aurinkosähköenergian tuotannon kasvavia suomalaisia ja

kansainvälisiä haasteita. SataPV-hankkeessa selvitetään, miten koko aurinkoenergia-alan toimintaympäristö saadaan vastaamaan aurinkosähköenergian tuotannon kasvavia kansainvälisiä ja suomalaisia haasteita. Yhteistyöprojektissa ovat mukana Luvata Pori Oy, CimSolar Oy, Satmatic Oy ja Sermatech Oy, Satakunnan ammattikorkeakoulu, Prizztech Oy ja Porin Seudun Kehittämiskeskus Oy. Hanke toteutetaan osana Energiateknologian osaamiskeskusohjelmaa. [SataPV]

### *Hermia Oy:n hankkeet*

Hermia Oy on jättänyt Pirkanmaan liittoon hakemuksen hankkeesta "Tampereen kaupunkiseudun ilmastostrategian toimeenpano: vaihtoehtoisten energiaratkaisujen potentiaali ja pilotit". Tätä hakemusta voitaisiin myös vielä hyvin muokata vastaamaan paremmin Tampereen kaupungin toiveita ja TreSolar – hankkeen tarkoitusta. Hakemus on jätetty, mutta se käsitellään vasta ensi vuoden puolella Pirkanmaan liitossa. Projekti liittyy erityisesti TreSolar-hankesuunnitelmassa esille tulleeseen potentiaalitarkeeseen, jota on esitelty tarkemmin kohdassa "4.2.2. Soveltava tutkimus". Muita keskeisiä hankkeita, joissa Hermia Oy on ollut mukana, ja jotka kytkeytyvät TreSolar –hankkeeseen ovat muun muassa

- Sähköautojen demohanke
- Direct to business (D2B) -hanke,
  - ylimaakunnallinen ESR-hanke, jossa on kartoitettu EU-markkinoita bioenergian, aurinko- ja tuulienergian ja vesivoiman parissa toimiville yritykselle. Tämän hankkeen tiimoilta löytyy myös lista yrityksistä, jotka voisivat olla hyviä toimijoita TreSolar –hankkeessa.
- Yhdistelmä-rakennepiloteilla aurinkoenergiasta liiketoimintaa EAKR –hanke
  - hankkeessa kerätään tietoa erilaisten aurinkoenergiaratkaisujen tuottavuudesta ja toimivuudesta ja tuetaan ja edistetään suomalaisen aurinkoenergiateollisuuden vientiä edistävän sisämarkkinan syntyä, tuotekehitystä ja verkostoitumista. Hanke toteutetaan Satakunnan, Pohjanmaan, Etelä-Pohjanmaan, Keski-Suomen ja Pirkanmaan maakuntien alueella osaamiskeskusohjelman Energiateknologiaklusterin, korkeakoulujen ja yritysten yhteistyönä.
- Uusiutuvan energian teknologiayritykset, verkostot ja ketjut
  - ylimaakunnallinen EAKR-hanke, joka kokosi kattavasti tietoja alan yrityksistä Suomessa kontakteineen

[Haastattelu, Paula Hakola, Hermia Oy]

### *ENTELKOR*

TTY:llä on käynnissä ENTELKOR-Energiatehokkaan lähiökorjaamisen hanke, jossa kehitetään innovatiivisia ratkaisuja, joita voidaan hyödyntää suomalaisten lähiöiden energiatehokkaassa korjaamisessa. Kyseessä on TTY:n Rakennetun ympäristön tiedekunnan Arkkitehtuurin ja Rakennustekniikan laitoksen yhteistyöhanke, jossa tehdään lisäksi yhteistyötä yritys-, kaupunki- ja kiinteistökumppaneiden kanssa.

Hankkeen missioksi ja perustehtäväksi hankkeessa määritellään pyrkimys tehdä voimakkaasti tulevaisuuteen suuntaavaa monialaista arkkitehtuuritutkimusta suomalaisesta ekotehokkaasta lähiökorjaamisesta ja nostaa esille suomalaisten lähiöiden piileviä mahdollisuuksia ja niiden korjaamiseen liittyvää potentiaalia, jotka edistävät kestävämmän yhteiskunnan saavuttamista. Lisäksi hankkeessa pyritään motivoimaan alan toimijoita ja lähiöiden asukkaita yhteiskunnallisessa mittakaavassa. Hankkeessa pyritään erityisesti tuomaan keskusteluun unohtuneita tai vaihtoehtoisia näkökulmia lähiöiden

kehittämiseen ja energiatehokkuuteen liittyen. Hankkeesta löytyy tietoa osoitteesta <http://www.ara.fi/default.asp?contentid=11606&lan=fi>. [Haastattelu, Elina Alatalo ja Entelkor-ohjausryhmä Entelkor]

TreSolar –hankkeeseen liittyen ENTELKOR –hanke voisi antaa vastauksia juuri siihen kuinka sekä aurinkoenergiateknologioita että passiivisen aurinkoenergian käyttö tuodaan todella osaksi rakennettua ympäristöä. Miten esimerkiksi hajautettu energiantuotanto todella integroituu rakennuksiin, miltä sellainen rakennettu ympäristö näyttää, miten se toimii ja millaisia elämäntapoja se tukee? Millaista liikennettä ja millaisilla kulkuvälineillä alueilla käytetään ja mitä tämä tarkoittaa kaupunkirakenteen muutoksessa? Tutkimusta olisi kiinnostavaa tehdä sekä kaupunkisuunnittelun että rakennussuunnittelun mittakaavoissa ja asuntosuunnittelussa. Vaikka ENTELKO –hankkeen painotus on tällä hetkellä ollut lähiötutkimuksessa, monet teemoista ovat sovellettavissa uudisrakentamiseen. Toisaalta korjausrakentaminen korostuu tulevaisuudessa. [Haastattelu, Elina Alatalo ja Entelkor-ohjausryhmä Entelkor]

### *Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun hankkeet*

Aalto-yliopistossa on tehty paljon aurinkoenergiaan liittyvää tutkimusta. Yksi tulevan TreSolar –hankkeen kokonaisnäkökulman kannalta mielenkiintoinen raportti on Aija Staffansin TKK:lla vuonna 2009 tekemä selvitys ”Kohti kestävästä yhdyskuntarakennetta”. Tietoinen kaupunkisuunnittelija huomioi matkustamisen, energiatehokkuuden, veden käytön ja monet muut tekijät.

### *IEE:n projektikanta*

IEE:lla on mittava projektikanta, johon kannattaa tutustua. Yksi mielenkiintoinen ohjelma on IEE:n heinäkuussa 2009 käynnistämä ohjelma ”SDHtake-off – Solar District Heating in Europe”. Ohjelmalla pyritään edistämään aurinkolämmön hyödyntämistä ja markkinoiden kehitystä kaukolämmön tuotannossa Euroopassa. Tällä hetkellä järjestelmiä tuottavat ainoastaan muutamat toimijat ja niitä on käytössä vain muutamissa EU-maissa, muun muassa Itävallassa, Saksassa, Tanskassa ja Ruotsissa. [SDH]

## 2.2 Esimerkkikohteita

### *Alueratkaisuja*

Mielenkiintoinen kotimainen kohde on Ekoviikin alue, jossa toteutettu erilaisia aurinkoenergiatarkasteluja. Toinen mielenkiintoinen kohde on Porvoon Skaftkärrin rakenteilla oleva 6000 asukkaan energiatehokas asuinalue. Ulkomaisista kohteista hyvä referenssikohde on Skånen maakunta Ruotsissa, joka on hyvin samantyyppinen alue kuin Tampere. Skånessa (Solar region Skåne) on kehitetty myös työkaluja erilaisiin kaupunkialueiden aurinkoenergian potentiaalitarkeisteluihin. Mielenkiintoinen kuuluisa esimerkkikohte on Vancouverin kaupunki Kanadassa. Vancouverissa on tehty nimenomaan kokonaisvaltaista suunnittelua, jossa on otettu huomioon muun muassa materiaalivirrat, energiavirrat ja energia ja ympäristö. Keski- ja Etelä-Euroopasta löytyy voimakkaasti aurinkoenergiaa hyödyntäviä alueita ja mielenkiintoisia ratkaisuja. Hyvä tutustumisen arvoinen kaupunki on Freiburg Saksassa (Freiburg’s Solar City), jossa on toteutettu mielenkiintoisia ratkaisuja hyödyntäen uusiutuvaa energiaa. Saksasta ja Itävallasta löytyy mielenkiintoisia aurinkoenergiakohteita ja kaupunkeja.

Kaukolämpöverkkoon kytkettyjä aurinkolämpösovellutuksia on paljon Keski-Euroopassa, kuten Tanskassa ja myös Ruotsissa. Kyseessä ovat aurinkopellot, joissa on noin 1000-5000 kerääjää (kerääjä on kokoluokkaa 2,5 m<sup>2</sup>). Kaukolämpöverkon yhteydessä säädettävyyden kanssa ei tule samanlaisia ongelmia kuin monissa muissa järjestelmissä.

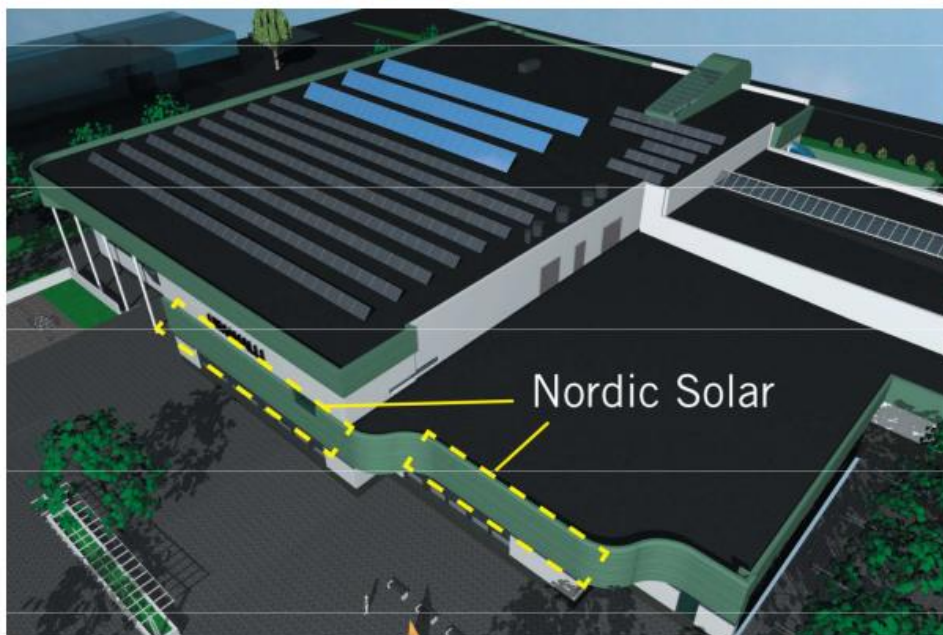
## Kohderatkaisuja

Solar Decathlon kilpailussa pärjännyt suomalainen Luukku-talo ja muut kilpailutalot ovat hyviä tutustumiskohteita. Kilpailutaloissa on paljon ratkaisuja tulevaisuutta ajatellen.

Yksi mielenkiintoinen pientaloesimerkki on Kuopion asuntomessuille rakennettu nollaenergiatalo, johon tulee asuntokohtaisesti kovimmilla pakkasilla enimmillään noin 0,6 kW:n lisälämmöntarve. Tämän kompensoimiseksi asuntoon on asennettu 10 kpl 60 W:n hehkulamppuja "lämmityslampuiksi". Nämä voidaan kytkeä päälle huippukulutuksen hetkellä.

Yksi erittäin mielenkiintoinen esimerkkikohde on Poriin valmistuva uimahalli, jossa tullaan hyödyntämään sekä aurinkosähkö- että aurinkolämpöratkaisuja, joista aurinkolämpöä tuotetaan sekä perinteisin menetelmin, että uudella Luvata Oy:n kehittämällä NordicSolar -julkisivuratkaisulla. Uimahalli on ihanteellinen sovelluskohde sekä aurinkosähkölle että –lämmölle Suomessa, koska valtio myöntää julkisiin rakennuksiin toteutettavien järjestelmien investointikustannuksiin jopa 40 % investointituen ja lisäksi uimahallin lämmöntarve on suhteellisen korkea ympäri vuoden. Kuvassa Kuva 8 on kuva uimahallin suunnittelusta lopputuloksesta ja yleisiä teknisiä tietoja.

## Poriin tuleva uusi uimahalli: suunnittelun lopputulos



360 m<sup>2</sup> (50 kW<sub>p</sub>) aurinkosähkö- ja 200 m<sup>2</sup> (140 kW<sub>th</sub>) aurinkolämpöjärjestelmät katolla. Uutuustuotteena Luvatan kehittämä 80 m<sup>2</sup> (56 kW<sub>th</sub>) Nordic Solar –aurinkolämpö julkisivussa. Lisätietoja: [www.pori.fi/uusi\\_uimahalli/](http://www.pori.fi/uusi_uimahalli/)  
[www.luvata.com/nordicsolar](http://www.luvata.com/nordicsolar)

Kuva 8 Poriin valmistuvan uimahallin suunnittelun lopputulos. [Konttinen, P. Luvata, Esitys]

### 3 Asiantuntijanäkemyksiä

Hankesuunnitelmaa varten haastateltiin lukuisia alalla toimivien ja alaan liittyvien julkisen puolen, yritysten ja tutkimuslaitosten asiantuntijoita. Mahdollisten tutkimusaihioiden lisäksi kartoitettiin heidän näkemyksiään aurinkoenergia-alan tilanteesta.

Monet asiantuntijat olivat sitä mieltä, että tällä hetkellä aurinkoenergian hyödyntämisessä aurinkolämpö on lähimpänä taloudellisuutta, kun taas aurinkosähkö ei ole vielä yhtä taloudellinen mutta kuitenkin erittäin nopeasti kehittyvä energiamuoto. Asiantuntijoiden mukaan näistä molemmista siis olisi varmasti ainesta energiantuotantoon rakennetussa ympäristössä.

Aurinkolämmön nähtiin tarjoavan useita sovellusmahdollisuuksia. Ensisijaisina aurinkolämmön sovelluskohteina nähtiin käyttöveden lämmitys rakennuksissa (myös käyttöveden esilämmitys), mutta myös kaukolämpöverkkoon kytkettävä aurinkolämpöjärjestelmä on herättänyt paljon mielenkiintoa. Rakenteisiin integroidut järjestelmät ovat erittäin mielenkiintoinen tutkimus- ja sovelluskohde.

Aurinkosähkön nähtiin olevan hyvin nopeasti kehittyvä ja erittäin merkittävä energiamuoto. Tulevaisuudessa myös nollaenergiarakentaminen lisää juuri aurinkosähkön merkitystä. Paneelien hinnat ovat tulleet alas koko ajan ja sähkön hintakehitys on ollut nouseva. Myös paneelien osuus aurinkosähköjärjestelmien hinnassa on pienentynyt koko ajan. Säteilyä keskittävällä järjestelmällä tuotettavaa aurinkosähköä ei nähty järkevänä Suomessa, mutta muut sovelluskohteet ovat hyvin käyttökelpoisia myös Suomessa. Pidettiin erittäin tärkeänä sitä, että aurinkosähköjärjestelmien verkkoon kytkentä mahdollistettaisiin ja siihen luotaisiin käytännöt ja kannusteita. Tällä hetkellä Suomessa lain mukaan ainoastaan erittäin pienet aurinkosähköjärjestelmät saa kytkeä sähköverkkoon ja verkkoon syötetystä sähköstä ei saa mitään hyvitystä. Tulevaisuudessa aurinkosähköllä voitaisiin hallita muun muassa kysynnän joustoa ja pienentää sähköpörssin hallitsemattomia hintapiikkejä.

Suomessa on suhteellisen paljon aurinkoenergialaitteiden tuotantoa, josta suurin osa menee vientiin. Kotimaisten aurinkoenergiamarkkinoiden kehitystä ja merkitystä pidettiin suurena myös siitä syystä, että vientiin menevät tuotteet olisi tärkeää testata, jotta päästään eroon niin sanotuista lastentaudeista. Monet asiantuntijat pitivät erittäin tärkeänä sitä, että aurinkoenergiaa ei vielä tällä hetkellä saisi tasapäästä tukiasioissa muiden uusiutuvien energiamuotojen kanssa. Tällä hetkellä aurinkoenergia tarvitsee omat tukimuotonsa, jotta ala kehittyy. Markkinat ovat kasvussa, aurinkoenergiajärjestelmien hinnat tulevat alas ja järjestelmien toiminta parantuu, joten tulevaisuudessa tukia ei enää tarvita, muutta tällä hetkellä tuki on tärkeää alan kehityksen kannalta. Esimerkiksi Ruotsissa aurinkosähköjärjestelmille myönnetään 70 %:n investointituki, mikä on aiheuttanut valtavan kasvun alalla.

Osa toimijoista näkee aurinkoenergiajärjestelmät Suomessa tällä hetkellä ylihinnoiteltuina, koska kilpailua ei ole tarpeeksi. Ongelmana nähdään myös se, että hankkeiden toimijoita ei saada tarpeeksi aikaisessa vaiheessa yhteistyöhön, mikä aiheuttaa kustannuksia ja osuoptimoitua. Asiantuntijoiden mukaan erittäin hyviä ja toimivia ratkaisuja on saatavilla ja olisi tärkeää, että niiden käyttöönotto saataisiin yleistymään Suomessa nopeasti. Toisaalta painotetaan myös huolellista työtä erilaisten järjestelmien ja työkalujen suunnittelussa. Tukimuotojen puuttumista pidetään merkittävänä esteenä kotimaan markkinoiden kasvulle, joka olisi tärkeää myös alan kehittymisen kannalta.

Kaupunkia pidettiin hyvänä yhteistyötahona, koska sillä on paljon vaikutusvaltaa ja keinoja ratkaisujen läpiviemiseksi. Alueatasolla pidettiin tärkeänä, että esimerkiksi Tampereen kaupungilla on selkeä kokonaistavoite ja visio ja perspektiivi kunnossa. Nähtiin, että Tampereella on hyvät mahdollisuudet

profiloitua ekotehokkaana kaupunkina. Korostettiin sitä, että määritetyn järkevän kokonaistavoitteen lisäksi on tärkeä asettaa teknologiakohtaiset tavoitteet, jotta vaikeammin edistettävät energiat, kuten esimerkiksi aurinkoenergia eivät tässäkin tapauksessa jää muiden energiamuotojen varjoon.

Yhdyskuntasuunnittelun ja energiatekniikan yhdistäminen nähdään kasvavana tarpeena ja energia- ja ekotehokkuuden tulisi näkyä kaupungin omissa suunnitteluprosesseissa. On myös keskeistä integroida aurinkoenergiaratkaisut osaksi yhteisöllisyyttä. Ratkaisut voivat olla osa imagoa ja yhteisön hyvinvointia ja niihin kuuluu voimakkaasti myös kasvatuksellinen aspekti. Näkyvissä olevilla ratkaisuilla on myös sosiaalinen funktio ja niillä kasvatetaan ja innostetaan ihmisiä.

[Asiantuntijahaastattelut, LIITE 1]

## 4 Tutkimus- ja kehitysohjeita ja mahdollisia demonstraatiokohteita

Hankesuunnitelmaa laadittaessa haastateltiin lukuisia asiantuntijoita eri tutkimuslaitoksista ja yrityksistä, kartoitettiin Tampereen alueella käynnistyviä potentiaalisia demonstraatiokohteita ja aluerakentamiskohteita ja selvitettiin Tampereen kaupungin kannalta keskeisimpiä toimintamalleja aurinkoenergian hyödyntämisen edistämiseksi järkevästi ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.

### 4.1 Potentiaalisia demonstraatiokohteita Tampereen alueella

Tampereen alueella on käynnistymässä lukuisia potentiaalisia rakennusprojekteja aurinkoenergian hyödyntämistä ajatellen. Kohteet vaihtelevat suurista uudis- ja korjausrakentamisprojekteista aina yksityisiin omakotitaloprojekteihin tai kokonaisuun asuinalueisiin. Tämän lisäksi mahdollisuutena ovat muutkin kuin pelkät rakennussovellukset, kuten kaukolämpöverkkoon tai esimerkiksi katuvalaistukseen liittyvät sovellukset. Seuraavissa alaluvuissa on esitetty muutamia esimerkkejä lukuisista käynnistyneistä tai käynnistymässä olevista rakentamisprojekteista.

#### 4.1.1 Vuoreksen asuntomessualue

Vuoreksen alueella, kesällä 2012 järjestettävälle asuntomessuille toivottaisiin näkyvyyttä myös aurinkoenergiaratkaisujen osalta. Vuoreksen koulu on yksi hyvä kohde. Suunnittelijana on Granlund-Tampere. Vuoreksessa voitaisiin miettiä myös aurinkosähköjärjestelmien verkkoon kytkennän demonstrointia ja erilaisia mittausjärjestelmiä. Vuoreksessa hyviä demonstraatiokohteita olisivat myös pientalot ja rakentajille olisi hyvä miettiä informointia ja kannusteita aurinkoenergiajärjestelmien käyttöönoton edistämiseksi. Vuoreksen alueen toisessa, asuntomessujen jälkeisessä rakennusvaiheessa on tarkoitus hyödyntää aurinkoenergiaratkaisuja vieläkin laajemmin kuin ensimmäisessä rakentamisvaiheessa, jossa osa alustavasti suunnitelluista ratkaisuista jää todennäköisesti toteuttamatta. Vuoreksen asuntomessujen yhteyteen voitaisiin miettiä muitakin näkyviä pilotteja. Alueesta voidaan luoda messuvieraiden nähtäväksi malli aurinkoenergian hyödyntämismahdollisuuksista ja potentiaalista. Lisäksi sähköenergiaa vaativia messutoimintoja voidaan toteuttaa aurinkosähkön avulla ja säästetty energia voidaan kuvata näyttötaululla.

#### 4.1.2 Aurinkokaupunki Nurmi-Sorila

Luvussa 2.1 esitelty hanke kannattaa sitoa osaksi TreSolar –hanketta.

#### 4.1.3 Tampereen kaupungin muita omia kohteita

Tampereen tilakeskus on pieni ja resursseiltaan rajallinen organisaatio. Sen kannalta hanke ja sen tarjoama yritys- ja tutkimusyhteistyö olisivat erittäin hyödyllisiä. Tampereelle on tulossa lukuisia kaupungin omia kohteita, joihin voitaisiin liittää aurinkoenergiaratkaisuja.

Luhtaan päiväkodin rakentaminen alkaa ensi vuonna. Siitä on tarkoitus rakentaa passiivienergiatalo ja siihen on suunniteltu asennettavaksi 150 m<sup>2</sup> aurinkosähkökennoja. Tavoite on tuottaa 20 000 kWh sähköä vuodessa. Rakennuksen kerrosala tulee olemaan 1600 brm<sup>2</sup> kahdessa kerroksessa. Rakennukseen tulee paljon lasijulkisivua, jota on sekä länteen että itään (yht. n. 1000 m<sup>2</sup>). Rakennus syntyy arkkitehtikilpailun tuloksen perusteella ja suunnitteluvaiheessa ei ole esimerkiksi mietitty paljoakaan rakennuksen suuntausta aurinkoenergian kannalta ajateltuna. Suunnittelijana toimii Granlund Tampere, mutta muuten on vielä auki, mistä ratkaisut ja tekijät hankitaan. Rakennuksen energialaskelmat ollaan laatimassa Granlundin puolesta vielä vuoden 2010 puolella.

Yksi hyvä kohde aurinkoenergiajärjestelmien hyödyntämiseen voisi olla Pyynikin sosiaali- ja terveysasema, johon on suunniteltu asennettavaksi yhteensä 300 m<sup>2</sup> paneeleja/kennoja aurinkolämmön ja aurinkosähkön tuottamiseksi.

[Haastattelu, Hannu Keränen, Tampereen Tilakeskus]

Näiden kohteiden lisäksi kaukolämpöverkkoa voidaan pitää yhtenä mahdollisena aurinkoenergiateknologian sovelluskohteena ja toisaalta sähköverkkoon kytkennät ovat yksi mielenkiintoinen demonstraatio- ja tutkimusalue.

#### 4.1.4 Koskikeskuksen saneeraus

Citycon Oyj on käynnistänyt Tampereella sijaitsevan Koskikeskuksen korjaus- ja laajentamishankkeen. Tulevassa ratkaisussa halutaan hyödyntää myös aurinkoenergiaa. Mahdollisesti ainakin ulkovalaistus ja liikevalaistus halutaan toteuttaa aurinkoenergiaratkaisulla. Yksi mahdollisuus on valaista kohteen lasikuvut öisin aurinkoenergian avulla.

Suunnittelun on tarkoitus olla valmiina ensi vuoden alkupuolella ja itse kohteen olisi tarkoitus valmistua kevääseen 2012 mennessä. Rakennuksen lasikuvut eivät kestä aurinkokeräinten asennusta ja tämän takia esimerkiksi integroidut ratkaisut saattavat olla toimivia. Kosken puolella on myös paljon kattopinta-alaa, joten sinne voidaan hyvin asentaa keräimiä ja paneeleja. Sekä aurinkosähkö- että aurinkolämpö ovat mahdollisia.

Kaksisuuntainen verkkoon kytkentä on myös periaatteessa kiinnostava Cityconin kannalta, vaikkakin ostoskeskus luultavasti kuluttaa sen mitä se tuottaa. Muiden uusiutuvien energioiden osalta ainakin koskikylmästä on ollut puhetta. Citycon on kiinnostunut uusiutuvan energian hyödyntämisestä ympäristön ja näkyvyyden takia, jos vain investointikustannukset pysyvät kohtuullisuuden rajoissa. Hankkeen venyminen on huomioitu, jos suunnitelmat laajenevat kovasti uusiutuvien energioiden hyödyntämisen osalta. Citycon hakee myös LEED-sertifikaatin kaikkiin kohteisiinsa.

[Haastattelu, Petteri Huomo, Citycon Oyj]

#### 4.1.5 Keskusareena ja kansi-projekti

Keskusareenan ja Kansi-projekteissa on tavoitteena käyttää uusiutuvaa energiaa laajasti. Hankkeissa on hyvät mahdollisuudet myös aurinkoenergiaratkaisujen käyttöönottoon. Keskusareenaan liittyen on

valmistunut ekologiaselvitys, jossa kaikki energialähteet on käyty läpi ja mietitty parhaita ratkaisuja kohteeseen. Hankkeen valmistelijat ovat vastikään miettineet kattoarkkitehtuuria aurinkoenergianäkökuulmasta. Jäähalli on tarkoitus saada valmiiksi kevään 2013 jääkiekon MM-kisoihin, ja jos tässä halutaan pysyä, hanke pitäisi saada toden teolla käyntiin keväällä 2011. Kansi tulee valmistumaan vasta MM-kisojen jälkeen. Kansihanke on laajempi sisältäen sekä toimitiloja, että asuinhuoneistoja.

Kimmo Liljeström Optiplan Oy:stä näkee, että Keskusareenan kaltaisessa projektissa kannattaisi ehdottomasti hyödyntää mahdollisuutta testata ja tutkia erilaisia aurinkoenergiaratkaisuja. Hän näkee, että NCC:n ensisijainen hyöty TreSolarin kaltaiselle projektille tulee siinä vaiheessa, kun mennään järjestelmätason hankeselvityksestä suunnitteluun ja kohdeselvitykseen. Hänen mielestään olisi tärkeää saada konsultit ja laitetoimittajat saman pöydän ääreen keskustelemaan keskenään tarpeeksi aikaisessa vaiheessa. Hänen mukaansa Tampereen kaupunki (samaten kuin suuri rakennusliike) on teknologian hyödyntäjä ja tarpeiden luoja. Tampereen kaupungin fokuksena tällaisessa projektissa hän näkee vuoden 2020 zero/nearly zero energy rakennustavoitteen. Tämä projekti auttaa saamaan selville hyviä toimintatapoja sille, miten tällainen nollaenergiatalo tehdään ja mitä aurinkoenergia tarkoittaa tässä yhtälössä.

[Haastattelu, Kimmo Liljeström, Optiplan Oy]

#### 4.1.6 Härmälänranta

Skanska on rakentamassa asuinkerrostaloja muun muassa Tampereen Härmälänrantaan ja se on kiinnostunut TreSolar -hankkeesta. Ainakin aurinkolämpöratkaisut vaikuttavat mielenkiintoisilta tulevia kohteita ajatellen. Aurinkosähköratkaisuja ei nähty tällä hetkellä Suomessa riittävän kannattavina, mutta tilanteen uskottiin muuttuvan tulevaisuudessa, jolloin nämä ratkaisut muuttuvat houkuttelevammaksi myös Skanskan kannalta.

[Haastattelu, Toni Tuomola, Skanska]

#### 4.1.7 Muita mielenkiintoisia tahoja

Tampereella toimii erilaisia rakennuttajatahoja, kuten Tampereen vuokratalosäätiö VTS ja YH-länsi. Tämän lisäksi hyviä demonstraatiokohteita voisivat olla erilaiset kerros- ja rivitaloyhtiöt. Hankkeen seuraavassa vaiheessa on hyvä olla yhteydessä näihin tahoihin.

### 4.2 Tutkimusaihoita

Lukuisten asiantuntijahaastattelujen perusteella hankesuunnitelmaan kerättiin mahdollisia tutkimus- ja kehitysalieita tulevaa hanketta ajatellen. Aiheet on tässä jaettu neljään eri kategoriaan, joista ensimmäinen on "Tutkimus ja tuotekehitys", toinen "Sovellutukset", kolmas "Tuki ja reunaehdot" ja neljäs "Koulutus ja tiedon jakaminen". Pääosin "Tutkimus ja tuotekehitys"-alueella rahoitus tullee muista lähteistä, mutta esimerkiksi Tampereella on erittäin korkealaatuista aurinkoenergiateknologiaan liittyvää tutkimusta, joka tarjoaa sekä tärkeää tutkimustietoa, että merkittäviä asiantuntijoita, mikä on tärkeä voimavara tulevan hankkeen kannalta. Toinen aihealue on "Sovellutukset", joka tarkoittaa tässä lähinnä mahdollisia konkreettisia demonstraatioita. Kolmas aihealue, "Tuki ja reunaehdot" on Tampereen kaupungin ja tämän hankkeen kannalta erittäin keskeinen osa-alue, jolla voidaan edistää aurinkoenergian hyödyntämistä ja positiivisen kaupunkikuvan luomista. Myös neljäs osa-alue "Koulutus ja tiedon levittäminen" on keskeinen osa-alue tiedon lisäämisessä, yhteistyömahdollisuuksien luomisessa ja positiivisen mielikuvan levittämisessä ja se linkittyy tiiviisti muihin osa-alueisiin.

#### 4.2.1 Tutkimus ja tuotekehitys

Asiantuntijoita haastatellessa on tullut esille mielenkiintoisia aurinkoenergiateknologian tutkimusalueita myös Tampereella. TTY:n Kemian laitoksella löytyy vahvaa osaamista ja korkealaatuisia perustutkimusta PV-kennojen tehokkuuden kehittämisessä. Sähköenergiatekniikan laitoksella TTY:llä tutkitaan käytännössä kaikkia aurinkosähkökennon jälkeen tapahtuvia asioita. Sillä on käytössään verkkoon kytketty koevoimalaitos, jonka avulla tutkitaan ja optimoidaan aurinkosähkön tuotantoa. Järjestelmässä on noin 200 aurinkokennoa sarjaan kytkettynä ja sen teho on noin 13,1 kW. Lisäksi laitos tekee hyvin yksityiskohtaisia säteily- ja säätömittauksia ja määrittävät sitä kautta myös energiansaantia. Järjestelmässä saadaan testattua invertterien ja verkkoonkytkentälaitteiden toimintaa.

##### 4.2.1.1 Piikennot, ohutkalvopaneelit ja kolmannen sukupolven kennot mukaan lukien orgaaniset kennot (Grätzel- ja Polymeeriset kennot)

TTY:n Kemian laitoksen professori Helge Lemmetyisen mukaan keskeiset kolme tutkimusalueita aurinkoenergiassa liittyen ovat 1) aurinkolämpö nimenomaan lämmöntuotannossa 2) piikennot ja 3) orgaaniset kennot, joita ovat Grätzel- ja Polymeeriset aurinkokennot. Lemmetyinen uskoo, että lyhyellä aikavälillä aurinkoenergia tulee olemaan merkittävin energiamuoto ja aurinkoenergiajärjestelmien ominaisuudet tulevat kehittymään ja hinnat laskemaan. Muun muassa erilaiset talotekniikan yritykset ja esimerkiksi metalli- ja oksidikalvoihin perehtyneet tahot voisivat olla erittäin kiinnostuneita hankkeesta. [Haastattelu, Helge Lemmetyinen, Kemia ja biotekniikka, TTY]

##### 4.2.1.2 Aurinkosimulaattori

TTY:n Sähköenergiatekniikan laitokselle on suunniteltu rakennettavaksi aurinkosimulaattori, jolla voidaan kontrolloidusti testata erilaisia aurinkosähkökennotyyppäjä ja erilaisten ulkoisten muuttujien (esimerkiksi varjostukset) vaikutuksia aurinkokennovoimaloiden toimintaan. Lamppupatteristoon tulee DC-syöttö, jolloin sen antama säteily on riittävän stabiili nimenomaan aurinkosähköratkaisujen tutkimiseen. Turussa on noin 10 m<sup>2</sup>:n aurinkosimulaattori, jonka teho on noin 1 kW/m<sup>2</sup>, mutta siinä lampeille syötetään AC-virta, jolloin sillä voidaan tutkia vain aurinkolämpöä. Aurinkosimulaattori voitaisiin mahdollisesti liittää osaksi aurinkoenergian tutkimuskeskusta järjestelmien ja ilmiöiden testaamiseen. [Haastattelu, Seppo Valkealahti, Sähköenergiatekniikka, TTY]

##### 4.2.1.3 Aurinkosähköpaneelien jäähdyttämisen testaus

Seppo Valkealahden haastattelussa yksi esille tullut tutkimusidea oli myös aurinkosähköpaneelien jäähdyttämisen vaikutus niiden toimintaan. Tästä on tehty erilaisia simulointeja, mutta tätä olisi hyvä päästä myös testaamaan. Sähköenergiatekniikan laitoksella sijaitseva suurjännitelaboratorion säahuone tarjoaa tähän erinomaiset mahdollisuudet yhdessä rakennettavan aurinkosimulaattorin kanssa. [Haastattelu, Seppo Valkealahti, Sähköenergiatekniikka, TTY]

##### 4.2.1.4 Järjestelmiin sopivien mittauslaitteistojen suunnittelu

TTY:n Sähköenergiatekniikan laitos voisi olla myös mukana suunnittelemassa ja toteuttamassa aurinkosähkövoimalaitosten sähköisten järjestelmien ja rakenteiden optimointimenetelmiä. Olisi tärkeää luoda suunnittelutyökaluja, joilla voitaisiin suunnitella, miten aurinkosähkövoimalaitos rakennetaan osaksi rakennettua ympäristöä. Sama koskee aurinkolämpöä. [Haastattelu, Seppo Valkealahti, Sähköenergiatekniikka, TTY]

##### 4.2.1.5 Lämmön varastointi

Luvata Oy:n Petri Konttisen mukaan aurinkolämpömarkkinat tulevat kasvamaan huomattavasti, kun toimiva ja järkevä lämmön kausivaraaja saadaan markkinoille. Tämä tulee tapahtumaan noin 15-20 vuoden

kuluessa ja tämän jälkeen ei voida kyseenalaistaa aurinkolämpöjärjestelmän käytön järkevyyttä myöskään Suomessa. [Haastattelu, Petri Konttinen, Luvata Oy] Tehokas lämmön varastointi on välttämätöntä tehokkaalle aurinkoenergian hyödyntämiselle.

## 4.2.2 Soveltava tutkimus

### 4.2.2.1 Kaukolämmön ja aurinkolämmön yhteiskytkentä

Aurinkolämmön ja kaukolämmön yhteiskytkentää pidetään mielenkiintoisena tutkimuskohteena. Tähän liittyy sekä tekninen näkökulma että taloudellinen näkökulma. Kaukolämpöverkkoon kytketyistä aurinkolämpöjärjestelmistä olisi hyödyllistä saada lisää kotimaisia kokeiluja. [Haastattelu, Jyri Nieminen VTT]

Sastamalassa on teetetty aluelämmityksessä toimivaan aurinkolämpöjärjestelmään liittyvä selvitystyö. Sastamalan yritysteknologia-asiamies Pekka Maunumäki on perehtynyt asiaan ja kerännyt potentiaalisia PK-yrityksiä, jotka voisivat olla mukana tuottamassa aurinkolämpöratkaisuja. Maunumäki näkee kiinnostavana erityisesti keskittävän aurinkolämpöratkaisun tuottamisen osaksi kaukolämpöverkkoa ja sen testaamisen juuri esimerkiksi Tampereen kaukolämpöverkossa. Keskittävässä on se hyöty, että sillä voidaan keskittää auringon säteilyä ja saavuttaa korkeitakin lämpötiloja. Hänen ajatuksensa on, että lämpökeskuksen (vesikattilalaitos) yhteyteen voitaisiin rakentaa järjestelmä, jossa esimerkiksi lämpökeskuksen seiniin ja kattoon kytkettyjen, aurinkoa seuraavien heliostaattien avulla kohdistettaisiin säteily vastaanottimeen/kouruun, josta tällöin saatava lämpö siirrettäisiin verkon paluulinjaan lämpökeskuksella. Tilanteesta riippuen lämpöä voitaisiin siirtää myös paluuputkeen jo ennen lämpökeskusta, jolloin olisi mahdollista hyödyntää paluuputken lähistöllä olevia heijastimille sopivia paikkoja. Hänen mukaansa kaikki tekniikka on periaatteessa jo saatavilla. Tällaisesta ratkaisusta voisi hyvin tuottaa ensin karkeat laskelmat, joiden pohjalta voitaisiin edetä ja tuottaa testijärjestelmä esimerkiksi Tampereen kaukolämpöverkkoon. [Haastattelu, Pekka Maunumäki, Sastamalan Seudun Yrityspalvelu Oy]

Mikkelissä toimiva Savo-Solar Oy kehittää ratkaisuja mm. termisen aurinkoenergian hyödyntämiseen aluelämpölaitos ratkaisuihin. Yhtiö on osallistunut keskusteluihin muun muassa Porvoon energian Skafkkärr hankkeesta, jossa kaukolämpöä pyritään tuottamaan aurinkolämmön avulla. Hanke on osa Sitran energiaohjelmaa. Yhtiö tekee myös yhteistyötä Etelä-Savon Energia Oy:n kanssa kehitettäessä mallia toiminnassa olevien aluelämpölaitosten uudistamiseksi osittain aurinkoenergiaa hyödyntäviksi. Termistä aurinkoenergiaa hyödyntäviä aluelämpölaitoksia on jo paljon toiminnassa Tanskassa ja myös Ruotsissa. Kyseessä ovat ns. aurinkopellot, joissa on noin 1000-5000 lämpökerääjää (kerääjä on kokoluokkaa 2,5 m<sup>2</sup>). Kaukolämpöverkon yhteydessä olevalla järjestelmällä voidaan hyödyntää aurinkoenergia maksimaalisesti, eikä säädettävyyden kanssa tule samanlaisia ongelmia, kuin monissa pienemmissä järjestelmissä. [Haastattelu, Vesa Sora-Sahi, Savo-Solar]

Ilosol Oy:n omistavat joensuulainen Lämpökarelia Oy, leppävirtalainen Högfors GST Oy ja äänekoskelainen Jakotec Oy, ovat tehneet selvityksen aurinkoenergian hyödyntämisestä lämpimän veden tuottamisessa kaukolämpöjärjestelmiin. On tutkittu yli 1 000 m<sup>2</sup>:n tasokerääjäkenttien teknisiä ratkaisuja ja taloudellisuutta. Ilosol Oy on perustettu keväällä 2010. Se aloittaa toimintansa tällaisten suurten laitosten teknologia- ja toimintatutkimuksilla ja ensimmäisten laitosten valmistussopimuksilla vuoden 2011 aikana. Perustettavalla yhtiöllä on teknologia-sopimukset kummallakin ydintoiminta-alueella ja sen omistajatahoilla riittävät resurssit ja kompetenssi liiketoiminnan perustamiseksi. [Haastattelu, Erpo Heikkilä, Ilosol Oy]

#### 4.2.2.2 *Aurinkolämpö esimerkiksi LKV:n ja IV:n tuloilman lämmityksessä*

Yksittäisten ratkaisujen merkitys kasvaa, kun mennään kohti matalaenergiarakentamista. Savo-Solarin Vesa Sorasahin mukaan matalaenergiarakentamisessa lattialämmitystä käytettäessä aurinkolämpö ja geoterminen lämpö soveltuvat hyvin energianlähteiksi. Aurinkolämmöllä voidaan tuottaa vuositasolla 50-60 % käyttöveden lämmitysenergiasta. [Haastattelu, Vesa Sora-Sahi, Savo-Solar]

#### 4.2.2.3 *Rakenteisiin integroidut järjestelmät*

TTY:n Arkkitehtuurin laitoksella esimerkiksi "Ekotehokas lähiökorjaaminen" ja tulevan "TreSolar"-hankkeen puitteissa voitaisiin tutkia tarkemmin aurinkoenergiajärjestelmien integroimista rakennuksiin. Tähän liittyen voitaisiin tutkia sitä, miten järjestelmät kanavoitetaan rakennuksissa, miltä ratkaisut näyttävät ja mitä ne maksavat. Voitaisiin tehdä pilotointia eri aikakauden rakennuksiin. Voitaisiin myös tarkastella passiivisen aurinkoenergian hyödyntämiskeinoja [Haastattelu, Elina Alatalo ja Entelkor-ohjausryhmä Entelkor]

Kari Alanne (Yliopisto-opettaja, LVI-tekniikan tutkimusyksikkö, Aalto-yliopisto) pitää mahdollisena mielenkiintoisena ja tärkeänä pilottikohteena rakenteisiin integroitavia aurinkosähköratkaisuja. Tässä kohdin ns. ohutkalvotekniikka tarjoaa paljon lupaavia mahdollisuuksia. Ikkunan pinta voidaan esimerkiksi päällystää sähköä tuottavalla kalvolla, joka ei merkittävästi vaikuta ikkunan valonläpäisyominaisuuksiin. Ohutkalvot ovat Alanteen käsityksen mukaan vielä kohtalaisen kalliita, mutta niiden hinnat tulevat alas tekniikan ja markkinoiden kehittyessä. Toistaiseksi sellaisia referenssikohteita ei juuri ole, joiden antamaa tietoa voitaisiin soveltaa suoraan Suomen olosuhteisiin. [Haastattelu, Kari Alanne, Aalto-yliopisto]

#### 4.2.2.4 *Suunnittelu ja optimointityökalut*

TTY:n Sähkömagneetiikan laitos pystyy tarjoamaan kokonaisvaltaista aurinkoenergiasuunnittelua esimerkiksi diplomityön muodossa. Tämä tarkoittaisi esimerkiksi johonkin tiettyyn kohteeseen suunniteltavaa parasta mahdollista aurinkosähköpaneelien sijoittelua sekä aurinkosähkö- ja lämpöpotentiaalin selvittämistä. Tämä olisi hyvä saada myös yritysten ja muiden tahojen tietoisuuteen. Toisissa voidaan tehdä myös tulevaisuuteen tähtääviä analyysejä siitä, mitä tarkoittaa hinnan ja tehon kannalta, jos käytössä on piikennon sijaan esimerkiksi ohutkalvo. Aurinkolämpöpuolella voidaan tehdä vertailuja esimerkiksi tyhjiöputkien ja perinteisten aurinkolämpöjärjestelmien välillä. [Haastattelu, Aki Korpela, Sähkömagneetiikka, TTY]

TTY:n Sähköenergiatekniikan laitos voisi olla myös mukana suunnittelemassa ja toteuttamassa aurinkosähkövoimalaitosten sähköisten järjestelmien ja rakenteiden optimointimenetelmiä. Olisi tärkeää luoda suunnittelutyökaluja, joilla voitaisiin suunnitella, miten aurinkosähkövoimalaitos rakennetaan osaksi rakennettua ympäristöä. Sama koskee aurinkolämpöä. [Haastattelu, Seppo Valkealahti, Sähköenergiatekniikka, TTY]

Myös pientalojen rakentajille on tärkeää saada luotettavaa tietoa aurinkolämpöjärjestelmien kustannustehokkuudesta ja työkaluja järjestelmien optimointiin. Siksi järjestelmien suunnitteluun on kehitettävä laitetoimittajien ohjelmien rinnalle tutkimuskäyttöön ja neuvontaan soveltuvia ohjelmia. Yksi esille tullut ajatus on yhdistää aurinkoenergiatyökalu osaksi jotain olemassa olevaa, tavalliselle omakotitalon ostoa suunnittelevalle käyttäjälle tarkoitettua ohjelmaa. Tällainen ohjelma on esimerkiksi suomalainen Talopeli-sovellus.

#### 4.2.2.5 *Aurinkolämpö- ja sähkö pientaloissa*

Aurinkolämpö- ja aurinkosähköjärjestelmien käytön edistämiseen pientaloissa vaikutetaan huomattavasti kannusteilla ja tiedon hyvällä saatavuudella. Tällaisten kohteiden yleistymisen kytkeytyy siksi tiiviisti kohtiin

”Tuki- ja reunaehdot” ja ”Koulutus ja tiedon jakaminen”. Suomen valtion tuki on hyvin rajallinen näille järjestelmille tällä hetkellä, mikä hidastaa niiden yleistymistä.

Aurinkosähköjärjestelmiä on kotitalouksissa Suomessa tällä hetkellä käytössä lähinnä vapaa-ajan asunnoissa. Yksittäistä rakennusta ajatellen aurinkosähköjärjestelmä on sinänsä hyvin itsenäinen, mutta järjestelmä tulisi huomioida esimerkiksi rakennesuunnitelmassa, jotta se saadaan asennettua.

Aurinkolämpöjärjestelmä on tällä hetkellä taloudellisempi vaihtoehto pientaloon. Erityisesti aurinkolämpöjärjestelmän vaatimukset olisi tärkeää huomioida tarpeeksi aikaisessa vaiheessa projektia. Erityisesti pientaloissa aurinkosähkö- ja aurinkolämpöjärjestelmiin liittyvät oleellisesti taloudellisuus ja käyttäjäystävällisyys.

#### *4.2.2.6 Vuoreksen asuntomessujen demonstraatiokohteet*

Tampereella olisi todella hyödyllistä panostaa aurinkoenergian näkyvyyteen Vuoreksen asuntomessuilla. Tämä olisi myös selkeä yhteistyökohde. Voitaisiko esimerkiksi messutalojen kesken käynnistää vielä jokin kilpailu, jonka perusteella valittaisiin demonstraatiokohde, joka myös kytkettäisiin verkkoon? Pitäisi kehittää riittävät houkuttimet, jotta rakentajat saataisiin mukaan. Jonkinlainen investointiavustus kannustaisi järjestelmien käyttöönottoon. Voitaisiin miettiä, miten verkkoyhtiö saataisiin mukaan ja miten verkkoon syöttö voitaisiin toteuttaa ja millä ehdoilla. [Haastattelu, Jarek Kurnitski, SITRA] On myös ollut esillä ajatus siitä, voisiko paikallinen verkkoyhtiö lain mukaan ottaa käyttöön paikallisen syöttötariffin. [Haastattelu, Petri Konttinen, Luvata Oy]

Jari-Pekka Flinckin TTY:n Sähkömagneetiikan laitoksella tekemässä diplomityössä luotiin tarkka 3D-aurinkoenergiamalli Nurmi-Sorilan asuinalueesta. Yksi mahdollisuus olisi tehdä vastaava malli Vuoreksesta. Mallissa pääsee liikkumaan asuinalueella, ja hiirtä klikkaamalla kuvaruudulle ilmestyy arvio vuotuisesta aurinkoenergiasta pinta-alayksikköä kohti kyseiselle pinnalle. Mallista voisi tehdä graafisesti vielä hieman hienomman ja sitä voisi esitellä asuntomessuilla. Näyttävyyden lisäksi malli antaa varsin luotettavia tuloksia eri suuntaisille pinnoille tulevasta auringon säteilystä, eli mallin taustalla oleva laskenta on hoidettu erittäin perusteellisesti. Tarkan aurinkoenergiamallin rakentaminen esimerkiksi Vuoreksesta olisi tärkeä lähtökohta, kun aletaan arvioida aurinkoenergian mahdollisuuksia alueella. Alla olevassa kuvassa Kuva 9 on esitetty kuvankaappaus Jari-Pekka Flinckin tekemästä Nurmi-Sorilan 3D-aurinkoenergiamallista. [Haastattelu, Aki Korpela, Sähkömagneetiikka, TTY]



Kuva 9 Nurmi-Sorilan 3D-aurinkoenergiamalli. Kuvankaappaus Jari-Pekka Flinckin diplomityöstä.

Muita Vuoreksen asuntomessujen demonstraatiokohteita voisivat olla esimerkiksi:

- käyttöveden lämmitys aurinkoenergialla
- matalalämpötila(lattia)lämmitys, jossa kerääjän energiaa käytetään tilojen ja ilmanvaihdon lämmitykseen
- keskittävä, paikalliseen lämpöverkkoon (esim. vain muutamia taloja palvelemaan) syöttävä aurinkolämpölaitos
- Tampereen tulisi osallistuessaan asuntomessukohteiden valintaan yhdessä Asuntomessujen kanssa huolehtia siitä, että osaan taloista rakennetaan aurinkolämpö- ja sähköjärjestelmiä (ts. antaa valinnassa pisteitä näistä).

#### 4.2.2.7 Verkkoon kytkentä

Suuri osa asiantuntijoista painotti sitä, että verkkoon kytkentä ja mielellään myös hyvitys toimitetusta sähköstä täytyisi saada kunnolla mahdolliseksi myös Suomessa.

Kari Alanteen (yliopisto-opettaja, LVI-tekniikan tutkimusyksikkö, Aaltoyliopiston teknillinen korkeakoulu) mukaan aurinkosähköjärjestelmän on pystyttävä tyydyttämään rakennuksen sähkötehontarve muuttuvissa olosuhteissa. Käytännössä tämä vaatii kaksisuuntaisen sähköverkkoliittymän ja/tai luotettavan ja varauskapasiteetiltaan oikein mitoitettun akuston. Näihin asioihin tulisi Alanteen mielestä panostaa koerakentamisessa ja tuotekehityksessä. [Haastattelu, Kari Alanne, Aalto-yliopisto]

Jukka Paateron (opettava tutkija, Energiatekniikan laitos, Aaltoyliopiston teknillinen korkeakoulu) mukaan myös aurinkosähköjärjestelmien verkkoon kytkentä liittyy tiiviisti kaupunkisuunnitteluun. Kun tehdään ekoalue, missä jo lähtökohtaisesti on tarkoitus tuottaa energiaa ja luodaan ikään kuin virtuaalinen voimalaitos, jossa osa kuormasta käytetään paikallisesti ja osa menee jakeluun, sähköverkkoasiat voidaan huomioida tarpeeksi aikaisessa vaiheessa erilaisten suojausten ja muiden järjestelmäasioiden kannalta. Voisi olla osuuskuntien kaltaisia tahoja, joiden olisi helpompi hallinnoida näitä virtuaalisia voimalaitoksia. Hankkeen kannalta on oleellista selvittää, mikä on lainsäädäntö, mitkä ovat raja-arvot ja mikä on vaadittava tietotaito ja tietotaidon taso. [Haastattelu, Jukka Paatero, Aalto-yliopisto]

### 4.2.3 Tuki- ja reunaehdot

#### 4.2.3.1 Ehdot ja käytännöt aurinkosähköjärjestelmien verkkoon kytkennästä

TTY:n Sähköenergiatekniikan laitoksella voitaisiin luoda ehdot ja käytännöt Tampereen kaupungille eri aurinkosähköjärjestelmien verkkoon kytkemisestä. Tämä voisi olla hoidettavissa diplomityönä joka ohjattaisiin laitoksen senioritutkijoiden toimesta. Ehdotettavan työn tarkempi sisältö ja arvioidut kokonaiskustannukset on esitetty luvussa 7.3.

#### 4.2.3.2 Kaavoitus ja päästötarkastelu YVA-menettelyssä, tarpeeksi aikainen vaikuttaminen

Kaavoitus on merkittävässä asemassa aurinkoenergian hyödynnettävyyden optimoimisessa. Kaavoitusasioissa olisi ylipäätään tärkeää tehdä päästötarkastelu, tarkastella eri maankäyttövaihtoehtoja ja miettiä esimerkiksi uusien energialaitosten paikat. Nämä asiat eivät tällä hetkellä kuulu YVA-menettelyyn. Tällainen tarkastelu on tehty Suomessa Skaftkärin alueella ja tästä voitaisiin ottaa mallia. Tällaiseen kaavoitusprosessiin tarvittaisiin kaavoitusarkkitehtien lisäksi esimerkiksi energiainsinöörejä, energiantuotantoasiantuntijoita ja rakennusasiantuntijoita. [Haastattelu, Jarek Kurnitski, Sitra]

Kaavoitus ja ylipäätään tarpeeksi aikainen vaikuttaminen on tullut esille useassa eri yhteydessä. Kaavoitusvaiheessa tehdyt ratkaisut vaikuttavat pitkälle tulevaisuuteen ja nyt viimeistään olisi erittäin tärkeää vaikuttaa siihen, että alueratkaisut mahdollistaisivat aurinkoenergiaratkaisujen hyödyntämisen. Aurinkoenergiateknologia kehittyy nopeasti, mutta olisi tärkeää varmistaa, että esimerkiksi alueelliset varjostukset ja katot olisivat suotuisat ratkaisujen hyödyntämiseen. Kaavoitukseen liittyvä tutkimus voitaisiin toteuttaa esimerkiksi TTY:n Arkkitehtuurin laitoksen Yhdyskuntasuunnittelun osastolla. Tutkimusaihio on esitelty raportin lopussa ehdotuksena tulevan hankkeen yhdeksi työpaketiksi.

#### 4.2.3.3 Tonttiehdot

Tampereen kaupunki voisi miettiä sopivia ohjauskeinoja siihen, miten voitaisiin edistää järjestelmien käyttöön ottoa. Esimerkiksi huipputonteille voitaisiin määrätä, että tietyn kokoinen aurinkoenergiajärjestelmä olisi otettava käyttöön. Italiassa, julkisten rakennusten on katettava tietty prosentti kulutuksestaan aurinkoenergialla. Tämä voi toisaalta johtaa välillä heikkoihin ratkaisuihin, koska kaikkiin rakennuksiin ei välttämättä ole järkevää asentaa paneeleja.

Tontin luovutusehdoissa voitaisiin määritellä tietty velvoite E-luvulle ja esimerkiksi aurinkosähkön asentamiseen. Tätä voitaisiin käyttää erityisesti, kun mennään kauemmaksi keskusta-alueilta haja-asutusalueille. Nämä rakennukset eivät ole kaukolämmön piirissä ja toimivat usein esimerkiksi suoralla sähkölämmityksellä. [Haastattelu, Jarek Kurnitski, Sitra]

#### 4.2.3.4 Kannusteet pientalorakentajille

Myös pientalorakentajille voitaisiin miettiä sopivia kannusteita. Suomessa omakotitalorakentajien aurinkosähköjärjestelmien käyttöön otto voi osaltaan olla rajoitettuna verkkoyhtiöidenkin toimesta.

Kannusteet voisivat liittyä esimerkiksi hyvityksiin tonttivuokrista. Myös tonttiehdoissa voitaisiin asettaa joissakin tapauksissa aurinkoenergiavaatimuksia. Tällöin olisi erittäin tärkeää varmistaa, että rakentajille olisi tarjolla riittävästi hyvää tietoa. Tietopaketin kokoaminen voisi olla yksi osa tulevaa hanketta.

#### *4.2.3.5 Konsultit ja laitetoimittajat samalle aaltopituudelle ja keskustelemaan asioista saman pöydän ääreen hankkeissa*

Rakennusliikkeiden viesti oli, että kaikki toimijat tulisi saada mahdollisimman aikaisessa vaiheessa yhteistyössä keskustelemaan mahdollisuuksista ja ratkaisuista. Muun muassa mukaan yhtenä ongelmana Suomessa nähdään ratkaisujen osaoptimointi. Olisi erittäin tärkeää saada mahdollisimman aikaisin kaikki toimijat yhteen, jolloin saavutettaisiin kokonaisuoptimaalinen ratkaisu. Organisaatio on periaatteessa olemassa, koordinaattorinaan rakennuttaja ja pääsuunnittelija. Toimintapoja pitäisi muuttaa entistä paremmaksi ja yhteistyötä tehostaa, jotta osaoptimoinnilta vältyttäisiin.

#### *4.2.3.6 Tulevaisuuteen tähtäävä simulointitutkimus ja potentiaalitarkastelu*

Tampereella voisi olla hyödyllistä tehdä tulevaisuuteen tähtäävä simulointitutkimus ja potentiaalitarkastelu. EU:n energiatehokkuusdirektiivi asettaa tiukat vaatimukset uusiutuvalle energialle ja rakentamismääräykset kiristyvät energiatehokkuuden ja uusiutuvien energioiden osalta. Kymmenen vuoden päästä todennäköisesti kaikkiin rakennuksiin asennetaan aurinkoenergiajärjestelmät. Voitaisiin esimerkiksi selvittää, mitä tarkoittaisi, jos puolet katoista katettaisiin aurinkopaneeleilla. Voitaisiin tutkia, mitä tarkoittaisi, jos kaikessa uudisrakentamisessa otettaisiin käyttöön aurinkoenergiaratkaisuja. Mitä nämä muutokset tarkoittaisivat energiayhtiön kannalta? Tampereella olisi pelkän aurinkoenergiapotentiaalin lisäksi tärkeää selvittää minkälaisia osuuksia milläkin uusiutuvalla energialähteellä olisi saavutettavissa, mitä olisivat kustannukset, kuinka paljon oikeasti voitaisiin saada energiaa sähkön ja lämmön muodossa ja mitä tämä tarkoittaisi energialaitoksen kannalta. [Haastattelu, Jarek Kurnitski, Sitra] Suomessa on tärkeää energian ohella pakkasjaksojen tehontarpeen peittäminen.

Kokonaispotentiaalitarkastelussa voitaisiin käsitellä myös sitä, mitä eri vaihtoehdot tarkoittavat työpaikkoina tai teollisuuden kannalta. Tärkeintä on, että ei alettaisi osaoptimoimaan, vaan että asetettaisiin tavoitteet ja tutkittaisiin mikä on teknisesti ja taloudellisesti järkevää. [Haastattelu, Petri Konttinen, Luvata Oy] Tähän liittyen esimerkiksi aurinkoenergian osalta olisi tärkeää selvittää aurinkoenergiajärjestelmien kustannustehokkuus ja kehittymisnäkömät, mahdolliset kehittämistarpeet ja todellinen toiminta Suomen oloissa. [Haastattelu, Timo Kalema, TTY]

TTY:llä käynnissä olevan Entelkor –hankkeen kautta voitaisiin TreSolar hankkeessa tarkastella muun muassa millä tavalla nollaenergiarakennus saataisiin aikaan. Voitaisiin tehdä energiasimulointeja ja erilaisia skenaarioita rakennettuun ympäristöön ja vertailla niitä keskenään. [Haastattelu, Elina Alatalo ja Entelkor-ohjausryhmä, Entelkor]

#### *4.2.3.7 → aurinko- ja energiatehokkuuspuisto osana hanketta?*

Tampereella toimiva Glaston on järjestämässä kesällä 2011 lasialan konferenssia Tamperetalossa. Konferenssin yhteyteen on tarkoitus pystyttää aurinko- ja energiatehokkuuspuisto, jossa esitellään uusiutuvan energian ratkaisuja. Puiston pääasemassa olisivat erilaiset energiatehokkaat lasitusratkaisut, mutta tämän lisäksi on tarkoitus, että esillä olisivat muutkin energiatehokkaat ratkaisut, kuten ilmalämpöpumput ja esimerkiksi erilaiset eristerakenteet. Aurinko- ja energiatehokkuuspuistoon toivottaisiin eri yrityksiä, jotka pääsisivät pienellä panoksella esittelemään ratkaisujaan. Tämä aurinko- ja energiatehokkuuspuisto voitaisiin myös hyvin liittää osaksi TreSolar –hanketta, jolloin puistossa voitaisiin esitellä myös hankkeessa olevia projekteja. Tampereen kaupungilta toivottaisiin hieman lisää satsausta

puistoon, jolloin se voitaisiin toteuttaa sopivassa mittakaavassa. [Haastattelu, Jorma Vitkala, Glaston Finland oy]

#### 4.2.4 Positiivisen mielikuvan luominen, koulutus ja tiedon jakaminen

Jukka Paatero (opettava tutkija, Energiatekniikan laitos, Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu) korostaa koulutuksen ja tiedon jakamisen merkitystä ja positiivisen mielikuvan luomista. Kaupungin kannalta esimerkiksi aurinkoenergian hyödyntämisen edistämiseksi on sekä suunnittelupuoli, joka liittyy kaupunginosien suunnitteluun että koulutuspuoli. Näkyvät sovellukset luovat positiivista mielikuvaa asialle ja alueelle. [Haastattelu, Jukka Paatero, Aalto-yliopisto]

##### 4.2.4.1 Energiareitti

Voitaisiin luoda kaupunkiin koulutusympäristö ja esimerkiksi ulkoilukarttoihin voitaisiin merkitä energiareitti. Kaupunki voi luoda ympäristöjä, joihin voidaan liittää puhtaan energian ratkaisuja. [Haastattelu, Jukka Paatero, Aalto-yliopisto]

##### 4.2.4.2 Demonstraatiokohteiden koulutusominaisuudet ja positiivisen mielikuvan edistäminen

Tampereen kannalta olisi kiinnostavaa miettiä, miten yksittäiset kohteet saataisiin sellaisiksi, että niille tulisi näkyvyyttä. Yksi hyvä esimerkki olisi luoda jollekin rantabulevardille aurinkoenergialla toimiva valaistus ja liittää tähän näyttötaulu, jossa ilmoitettaisiin, paljonko kaupunki on säästänyt energiaa järjestelmän avulla. [Haastattelu, Jukka Paatero, Aalto-yliopisto]

#### 4.2.4.3 *Seminaari*

Tulevassa hankkeessa olisi erittäin hyödyllistä järjestää seminaari, joka toisi yhteen eri toimijat ja antaisi eväitä siihen, miten tulisi toimia ja mitä voitaisiin tehdä, aurinkoenergian hyödyntämisen edistämiseksi ja ilmastotavoitteisiin pääsemiseksi. Seminaari voisi olla kaikille avoin. Se kannattaisi kuitenkin suunnata juuri esimerkiksi julkisen tahon edustajille, ratkaisutuiottajille ja rakennusliikkeille. Kyseessä voisi olla yhden päivän mittainen seminaari keskusteluineen. Rakenne ja puheenvuorot voisivat olla esimerkiksi seuraavan tyylliset:

- 1) Valtion puheenvuoro
  - a. tukimuodot ja kehitys, eli mikä on tämän hetken tukipolitiikka ja mitä on tulossa
- 2) Aurinkoenergiatutkimuksen puheenvuoro
  - a. esimerkiksi Helge Lemmetyinen, TTY
- 3) Aurinkoenergiayhteistyö Suomessa
  - a. esimerkiksi SolarForum
- 4) Esimerkki ekokaupungista ulkomailta
  - a. esimerkiksi Skånen maakunta Ruotsissa
- 5) Innovatiivinen ratkaisu Porista
  - a. Esimerkiksi Petri Konttinen, Luvata
    - i. Porin uimahalli → aurinkosähkö- ja aurinkolämpö
- 6) Arkkitehdin puheenvuoro
  - a. esimerkiksi Tom Sederqvist
- 7) Kaavoituksen puheenvuoro
- 8) Yritysten edustajia
  - a. Aurinkoteknillisen yhdistyksen puheenvuoro
  - b. ei myyntipuheita vaan "valistusta", hyviä esimerkkikohteita, käytännön kokemuksia ja keskustelua

Myös esimerkiksi Motiva olisi hyvä taho ottaa mukaan seminaariin. Tällainen seminaari antaisi erittäin hyvän tilaisuuden luoda verkostoja ja löytää parhaat referenssit jaärkevimmät toteutuskohteet. Kaupungille ja kaupungin eri tahoille (kaavoitus, energiayhtiö, jne.) se antaisi myös erittäin tärkeää tietoa ja hyviä yhteistyö- ja kehittämismahdollisuuksia. Tilaisuuteen voisi hyvin hankkia asiantuntijoita myös ulkomailta, esimerkiksi juuri paikoista, joissa kaupunki on aktiivisesti ollut mukana edistämässä ekologista kaupunkirakennetta mukaan lukien aurinkoenergiaratkaisut.

Seminaaria kannattaisi suunnata yksityisille omakotitalorakentajille, jotta fokus ei laajene liikaa ja jää maalailun tasolle. Kuitenkin, omakotitalorakentajille olisi tärkeää tarjota informaatiota ja heille voisi esimerkiksi järjestää omia tilaisuuksia aiheeseen liittyen. [Haastattelu, Petri Konttinen, Luvata Oy h]

Tampereella toimiva Glaston on kiinnostunut seminaarin järjestämisestä kesällä 2011 pidettävän kansainvälisen lasialan konferenssin yhteyteen [Haastattelu, Jorma Vitkala, Glaston Finland Oy]. Kannattaa myös miettiä, olisiko seminaari järkevää järjestää yhteistyössä muiden kaupunkien kanssa, joissa pohditaan tällä hetkellä samoja asioita kuin Tampereella.

#### 4.2.4.4 *Tutustuminen ulkomaisiin kohteisiin*

TreSolar –hankkeessa voisi olla todella hyödyllistä tutustua ulkomaisiin kohteisiin, joissa aurinkoenergiaratkaisut ja ekotehokas yhdyskuntarakenne ovat osana kaupunkikuvaa. Erittäin mielenkiintoinen kohde olisi Skånen maakunta Ruotsissa, jonne on myös olemassa kontakteja.

Tutustumista ei kannattaisi järjestää ainoastaan siten, että tarkasteltaisiin toteutettuja teknisiä ratkaisuja, vaan myös muun muassa toteutusprosessien, kaavoituksen ja kaupungin toimintamallien näkökulmasta.

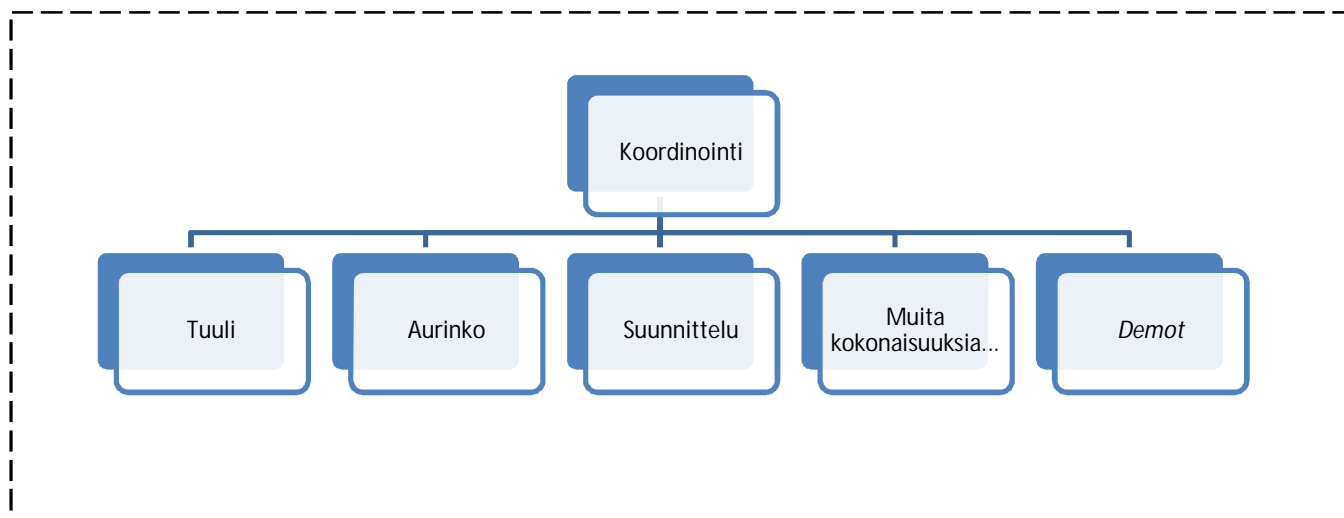
## 5 Organisointi ja budjetti

Hankkeeseen kannattaa sitoa sekä ulkomaalaisia että suomalaisia tutkimus- ja yritystahoja ja julkisen puolen toimijoita. Tampereella löytyy vahvaa alan osaamista ja eri tahot ovat osoittaneet kiinnostuksensa toimia sekä hankkeessa että siihen muodostettavassa johtoryhmässä. Budjetti on järkevää miettiä hankkeen seuraavassa vaiheessa, kun rajataan keskittymisalueet. Hankesuunnitelmaa laadittaessa on tullut esille mahdollisuus käynnistää laajempi yhteistyöhanke. Keskusteluja laajemman hankkeen käynnistämisestä on käyty muun muassa Hermia Oy:n kanssa, joka toimii laajasti eri alueellisten toimijoiden ja yritystoimijoiden kanssa Suomessa ja kansainvälisesti. Organisointi ja budjetti määräytyvät varmasti myös sen mukaan, lähteekö TreSolar liikkeelle omana aurinkoenergian tutkimus- ja kehityshankkeenaan Tampereella, vai tuleeko se mahdollisesti osaksi suurempaa hanketta, jossa käsitellään muitakin uusiutuvan energian ja energian säästön teknologioita, ja jossa on mukana useita kaupunkeja Suomesta ja ulkomailta. Tärkeää olisi luoda näkemys Tampereen energiatehokkuuden parantamisesta ja hiilidioksidipäästöjen pienentämisestä ja tutkimusohjelman tulisi palvella tätä tarkoitusta. Aurinkoenergia on tärkeä osa kokonaisuutta. Myös esimerkiksi Tekes:n viesti on, että kaupungin kannalta huolellinen ja selkeä tavoiteasetanta on tärkeää ja hanke kannattaa mahdollisesti toteuttaa laajempaan hankekokonaisuutena. Näitä asioita käsitellään seuraavissa alaluvuissa.

### 5.1 Rahoitus

Hankkeen puitteissa keskusteltiin Tekesissä Groove-ohjelman johtajaa Pia Salokosken kanssa. Hänen lisäksi keskustelussa oli mukana Olli-Pekka Nordlund, joka on Tekesin rakentamisen asiantuntija. Tekesin kannalta olisi hyvin tärkeää antaa kokonaiskuva siitä mitä ollaan tekemässä. Heidän näkemyksensä on, että tutkimusprojektinäkökulmasta aurinkoenergiaa ei kannattaisi pelkästään tarkastella erikseen tässä vaiheessa, vaan ensin kannattaisi muodostaa kokonaiskuva siitä mitä halutaan saavuttaa. Aurinkoenergiakokonaisuus olisi siis järkevää sitoa jotain isompaa hankekokonaisuutta, kenties Tampereen kaupungin omaa tai esimerkiksi eri kaupunkien yhteistä hanketta, joka olisi näiden eri osa-alueiden muodostama kokonaisuus. On tärkeää, että ylätasoinen toimija hahmottaisi kokonaisuuden. Tällä hetkellä monet kaupungit miettivät aivan samoja asioita, jolloin voisi olla järkevää käynnistää laajempi yhteistyöhanke. Alla olevassa kuvassa Kuva 10 on esitetty karkea kuva siitä, miten kokonaisuus voisi olla järkevää rakentaa.

## Tampereen "energia"



Kuva 10. Karkea hahmotelma Tekesin kannalta järkevästä hankekokonaisuuden rakentamisesta. [Tekesin esittämä hahmotelma]

Tekesillä on tällä hetkellä käynnissä eri ohjelmia, joilla voitaisiin rahoittaa tätä hanketta. Tekes:n viesti oli kuitenkin se, että rahoitus yleensä löytyy, kun kyse on hyvästä kokonaisuudesta. Groove-ohjelma rahoittaa pääasiassa PK-yrityksiä, jotka tähtäävät kansainvälisille markkinoille. Kyse on teknologian kaupallistamisesta ja valmistelusta. Ohjelmassa rahoitetaan myös kansainvälistä yhteistyötä. Ohjelmaan voidaan hyvin kytkeä yritysten lisäksi mukaan myös kuntia ja kaupunkeja, koska esimerkiksi infrastruktuurin muutosten takia on tärkeää, että kunnat ja kaupungit ovat mukana hankkeissa. Ohjelman haku on käynnissä yrityksille ympäri vuoden ja tutkimuslaitoksille tiettyihin aikoihin vuodesta. Seuraava aiehaku ohjelmassa on joulukuun 2010 alussa. Yksi erinomaisesti Groove-ohjelmaan sopiva kokonaisuus voisi olla kaukolämpöön kytketty keskittävä aurinkolämpöjärjestelmä. Kansainvälisyys on erittäin tärkeää. [Haastattelu, Pia Salokoski ja Olli-Pekka Nordlund, Tekes]

Kestävä yhdyskunta –ohjelman koordinaattorin Mikko Nousiaisen (Pöyry) viesti oli seuraava:

- TreSolarin kaltaisten hankkeiden olisi nivouduttava vahvasti toisiinsa ja oltava osa kokonaisuutta
- Tekesistä toivotaan verkostuneita hankkeita
- hankkeiden toivotaan olevan selkeitä projekteja, joilla on alku, väli ja loppu
- hankkeilla on oltava oma budjetti
- hankkeilla tulee olla selkeä tavoiteasetanta

Jos Tekes lähtisi mukaan kaupungin vetämään hankkeeseen, se voisi rahoittaa 25-35 % hankkeen kokonaiskustannuksista. Lopun olisi tultava muista lähteistä. Jos kyseessä olisi tutkimuksellinen, ei kaupungin vetämä hanke, Tekesin rahoitusosuus voisi olla 60 % tai enemmänkin. Kun hankesuunnitelma alkaa konkretisoitua, voi hyvin olla jälleen yhteydessä Tekesiin. Silloin voidaan miettiä, haluaako Tekes lähteä mukaan. Kaupungin kannalta kokonaispotentiaalitarkastelu voisi olla erittäin hyödyllinen. Tekes ei halua niinkään olla rahoittamassa pieniä palapelin palasia. Liittymäpinnat olemassa olevien hankkeiden kanssa ovat tärkeitä.

Johtopäätökset keskustelusta ovat, että tässä vaiheessa on liian aikaista sanoa lähtee Tekes mukaan. Suhtautuminen on kuitenkin erittäin positiivinen ja siinä vaiheessa, kun on konkreettiset tarkennettu projektisuunnitelmat, palataan asiaan. [Haastattelu, Mikko Nousiainen, Kesätävä yhdyskunta –ohjelma, Tekes]

Yksi mahdollinen rahoituskanava on IEE (Intelligent energy Europe). Ohjelma on rahoitusväline, jolla pyritään edistämään energiatehokkuutta ja uusiutuvien energioiden käyttöä EU:ssa. Lisätietoa on saatavilla osoitteessa: [http://ec.europa.eu/energy/intelligent/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/energy/intelligent/index_en.html).

Yksi mahdollisuus on EU-life. LIFE on EU:n rahoitusinstrumentti, jolla rahoitetaan ympäristöhankkeita. Yleinen tavoite on rahoittaa ympäristöpolitiikkaa ja lainsäädäntöä implementaatioissa, päivityksissä ja kehityksessä sekä lainsäädäntöä olemalla mukana rahoittamassa pilotteja ja demonstraatioprojekteja, joilla on arvoa EU:n alueelle. Lisätietoa on saatavilla osoitteessa: <http://ec.europa.eu/environment/life/index.htm>.

Yksi mahdollisuus on EU:n komission seitsemäs puiteohjelma (FP7) ja siitä esimerkiksi osa-alue Research for the benefit of SMEs, jonka tarkoituksena on vahvistaa eurooppalaisten PK-yritysten innovaatiokapasiteettia ja heidän uuteen teknologiaan perustuvien tuotteiden kehitystä ja markkinoille tuomista. Ohjelma auttaa yrityksiä ulkoistamaan tutkimusta, lisäämään tutkimuspanosta, laajentamaan verkostoja, saada teknistä tietotaitoa pienentäen kuilua tutkimuksen ja innovaatioiden välillä. Lisätietoa on saatavilla osoitteessa: [http://cordis.europa.eu/fp7/capacities/research-sme\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/capacities/research-sme_en.html).

[Haastattelu, Jörg Langwaldt, TTY:n tutkimus- ja innovaatiopalvelut]

Muita tahoja, joiden kanssa kannattaa jatkaa neuvotteluja rahoitukseen liittyen hankkeen seuraavassa vaiheessa, ovat muun muassa ELY-keskus, Sitra ja eri yritykset.

## 5.2 Tekijätahot

Tampereen teknillisessä yliopistossa on vahvaa tutkimusosaamista ja potentiaalisia toimijoita tulevaan hankkeeseen. Hankesuunnitelman seuraavassa vaiheessa kannattaa jatkaa informointia tulevasta hankkeesta entistä laajemmalle joukolle ja etsiä parhaimmat tekijät valittuihin keskittymisalueisiin. Tampereen alueella toimii myös VTT, Tampereen yliopisto ja muita potentiaalisia tutkimustahoja. Suomen mittakaavassa Aalto-yliopistolla löytyy vahvaa tutkimusosaamista alalta. Tulevassa hankkeessa kannattaa myös tähdätä kansainvälisyyteen ja tehdä mahdollisuuksien mukaan yhteistyötä esimerkiksi ruotsalaisten ja saksalaisten tutkimustahojen kanssa.

Yrityksistä tämän hankesuunnitelman puitteissa kerittiin haastatella vain pientä osaa. Keskityttiin näköalapaikoilla toimiviin yrityksiin, joilta haettiin näkemyksiä alasta yleensä ja järkevistä tutkimus- ja kehitysalueista Tampereen kaupungin näkökulmasta. Suomessa, mukaan lukien Pirkanmaa, toimii lukuisia muitakin yrityksiä, jotka kannattaa kytkeä hankkeeseen sen seuraavassa vaiheessa. Liitteessä 1 on listattu tässä selvityksessä haastatellut tahot.

## 6 Johtopäätökset ja Tampereen potentiaaliset vahvuudet aurinkoenergiatutkimuksessa

Tampereella on hyvät edellytykset profiloitua ekotehokkaana kaupunkina. Aurinkoenergiaa pidetään erittäin tärkeänä ja nimenomaan tulevaisuuden kannalta merkittävänä energiamuotona. Aurinkoenergian

hyödyntäminen ja asian edistäminen Tampereella nähdään sekä yhtenä tärkeänä keinona ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi että merkittävänä imagotekijänä ja työpaikkojen sekä alan teollisuuden luojana. Alueelta löytyy vahvaa tutkimus- ja yritysosaamista. Hanke voisi käynnistyessään luoda Tampereelle uutta liiketoimintaa, työpaikkoja ja osaamiskeskittymän.

Tulevassa hankkeessa tärkeitä tutkimus- ja kehityskohteita nähtiin monella erityyppisellä alueella, jotka jaettiin tässä neljään kategoriaan. Kategoriat ovat

1. Tutkimus- ja tuotekehitys
2. Soveltava tutkimus
3. Tuki- ja reunaehdot
4. Positiivisen mielikuvan luominen, koulutus ja tiedon jakaminen

Keskeisenä, monessa yhteydessä esille tulleena asiana pidettiin tarpeeksi aikaista vaikuttamista niin yksittäisessä kohdesuunnittelussa, kaavoituksessa kuin päätösten laatimisessa. Toimivia ratkaisuja on tarjolla. Suomessa aurinkoenergian hyödyntäminen on vielä todella pienen mittakaavan toimintaa ja suurin osa tuotteista menee vientiin. Toivottavana pidettiin vahvaa ja tarpeeksi aikaista eri toimijoiden yhteistyötä ja sopivia kannusteita toiminnan volyyymien kasvattamiseksi. Koettiin, että aurinkoenergia tarvitsee tällä hetkellä erityistä panostusta myös tukien muodossa, jotta kasvua ja kehitystä voi tapahtua.

Tampereella on monia mahdollisia aurinkoenergiaan liittyviä tutkimusalueita ja Tampereelle rakennetaan ja suunnitellaan koko ajan potentiaalisia demonstraatiokohteita ja -alueita. Tulevassa hankkeessa olisi mahdollisimman pian luotava väyliä, jossa yhteistyö saataisiin käyntiin ja päästäisiin kiinni todellisiin projekteihin ja toteutukseen. Tässä hyvänä starttina toimisi seminaari, joka kokoaisi yhteen alan toimijoita, julkisia tahoja ja esimerkiksi rakennusliikkeiden edustajia. Kokemuksia ja yhteistyömahdollisuuksia kannattaisi hakea myös ulkomailta, muun muassa Ruotsista, missä on toteutettu mielenkiintoisia ekotehokkaita ja aurinkoenergiaa hyödyntäviä aluehankkeita.

Hankesuunnitelman laatimisprosessin aikana on käyty hankkeen rahoitukseen ja organisointiin liittyviä keskusteluja muun muassa Tekesin ja Tampereella toimivan Hermia Oy:n kanssa. Keskusteluiden perusteella yksi todennäköinen vaihtoehto on käynnistää useamman kaupungin yhteinen uusiutuvien energioiden tutkimus- ja kehityshanke, jossa aurinkoenergia on yhtenä teknologiakokonaisuutena. Hankesuunnitelman laatimisprosessin aikana on käynyt ilmi, että esimerkiksi Jyväskylässä on käynnissä kaavoitukseen ja aurinkoenergiaan liittyvä selvitystyö. Yhteistyöhankkeessa vältettäisiin päällekkäisyyksiä ja mahdollistettaisiin parempi tiedon jakaminen ja laajamittainen yhteistyö. Toisaalta myös tehtävien rajaus on tärkeää. Yksi vaihtoehto on käynnistää hanke, jossa keskitytään energiatehokkuuden parantamiseen, energiansäästöön ja aurinkolämpöön ja -sähköön. Esimerkiksi tuulienergian voisi jättää pois kokonaisuudesta, koska se on enemmän voimantuotantomuoto, eikä välttämättä asuinalueiden ratkaisu.

## 7 Aurinkoenergiateknologia - Työpakettiehdotuksia

Tulevassa TreSolar –hankkeessa, on se sitten itsenäinen Tampereen kaupungin hanke, tai osa laajempaa useita eri kokonaisuuksia sisältävää yhteistyöhanketta, on tarkoitus keskittyä ensisijaisesti olemassa olevien aurinkoenergiateknologioiden hyödyntämiseen mahdollisimman kustannustehokkaasti. Mielenkiintoisia kysymyksiä ovat muun muassa, miten eri teknologiat soveltuvat erilaisiin rakenteisiin, rakennuksiin ja energijärjestelmiin, miten luodaan positiivista mielikuvaa ja parannetaan tiedon tasoa ja miten aurinkoenergiateknologioiden käyttö saadaan yleistymään.

Seuraavissa alaluvuissa on esitetty projektin ohjausryhmän kanssa tässä vaiheessa luvun 4 ”Tutkimus- ja kehitysaiheita ja mahdollisia demonstraatiokohteita” perusteella laaditut ehdotukset hankkeen tuleviksi työpaketeiksi. Tämän lisäksi on ehdotettu kolmea muuta työpakettia (7.2, 7.9 ja 7.10) tulevan hankkeen työpaketeiksi. Tutkimusideoissa on tärkeää pitää mielessä, että niissä pitää olla nähtävissä riittävän haasteellisia tutkimusongelmia, jotka ratkaisemalla lisätään aurinkoenergian taloudellista käyttöä.

Kansainvälinen yhteistyö on tärkeä osa tulevaa hanketta ja tätä kautta jokaista työpakettia. Aiheen ympärille kannattaa myös järjestää seminaari, jotta saadaan jaettava tietoa ja hyviä käytäntöjä, ja jotta eri tahojen (julkisen tahon edustajat, energialaitokset, tutkimustahot, rakennusliikkeet, laite- ja järjestelmätoimittajat jne.) edustajat saadaan keskustelemaan keskenään ja tekemään yhteistyötä.

### 7.1 Tulevaisuuteen tähtäävä simulointitutkimus ja potentiaalitarkastelu

Tampereen on hyödyllistä asettaa tavoitteet aurinkoenergian hyödyntämiselle potentiaalitarkastelun avulla, joka voidaan toteuttaa joko yhtenä työpakettina tai useamman uusiutuvan energialähteen kokonaisuutena. Luvussa 4.2.3.6 on esitetty ajatuksia tarkastelusta. Hermia Oy on kaavailut tämän tyyppistä hanketta Tampereen alueelle. On hyödyllistä selvittää miten sitä voidaan hyödyntää tässä tai mahdollisesti muokata tähän hankkeeseen sopivammaksi ja miten sitä ehkä voidaan täydentää tämän hankkeen tiimoilta.

### 7.2 Ohjelmistotyökalut ja simulointimallit

On hyödyllistä kehittää simulointimalleja, joiden avulla pystytään luotettavasti esittämään rakentajille kustannustehokkaimmat aurinkoenergiajärjestelmät. Näihin liittyviä ajatuksia on esitetty luvussa 4.2.2.4. Nyt käytetään usein laitevalmistajien ohjelmia aurinkoenergiajärjestelmien mitoituksessa. Tähän liittyen yksi hankemahdollisuus voisi olla ”Optimaaliset aurinkolämpö- ja sähköjärjestelmät” eli rakentaja palvelevien ohjelmistotyökalujen kehittäminen ja tarvittavan laskentatiedon hankkiminen. Arvioitu työmäärä ja budjetti voisi olla 15 htkk. 150 000 €. Tällaisessa työssä on tärkeää selvittää myös olemassa olevien mallien hyödyntämismahdollisuudet.

### 7.3 Verkkoon kytkentä, ehdot ja käytännöt

Tampereelle voidaan luoda ehdot ja käytännöt aurinkosähköjärjestelmien verkkoon kytkennöistä. Sopiva toteuttaja on esimerkiksi TTY:n sähköenergiatekniikan laitos. Tutkimusaihio on esitelty lyhyesti luvussa 4.2.3.1.

TTY:n Sähköenergiatekniikan laitoksella voitaisiin luoda ehdot ja käytännöt Tampereen kaupungille eri aurinkosähköjärjestelmien verkkoon kytkemisestä. Tämä voisi olla hoidettavissa diplomityönä joka ohjattaisiin laitoksen senioritutkijoiden toimesta. Kokonaiskustannukset olisivat noin 65 k€ (diplomityöntekijän + tutkijoiden palkkakustannukset).

Aiheeseen liittyen laitos työsti pari vuotta sitten Tampereen sähkölaitokselle pientuotannon verkkoonliittymisehtoja. Diplomityö voisi olla tämän työn jatkumoa ja täydentämistä. Käytännössä verkko-yhtiön tulee määritellä omalta kannaltaan yleiset reunaehdot (Tuotannon liittymisehdot), jonka mukaan liittymä suunnitellaan. Näiden pohjalta liittymää suunnitteleva voi sitten tehdä suunnitteluohjeiston, jonka mukaan tuotantoyhtiö voi edetä liittymää suunniteltaessa. Tästä näkökulmasta katsottuna diplomityö voisikin pureutua liittymän suunnitteluun massamarkkinoille tarkoitettujen laitteiden osalta. Diplomityössä voitaisiin käydä esim. case esimerkkien avulla läpi myytäviä laitekokonaisuuksia ja tarkastella niiden valmiusastetta verkkoonliittämistä ajatellen. Lopputuloksena syntyisi ehdotuksia liittymisehtojen huomioimiseksi laiteratkaisuissa ja suunnitteluprosesseissa.

#### 7.4 Aurinkolämmön ja kaukolämmön yhteiskytkentä

Aurinkolämmön ja kaukolämmön yhteiskytkentä on mielenkiintoinen pilottimahdollisuus, josta ei ole monia suomalaisia kokeiluja. Aihe on käsitelty lyhyesti luvussa 4.2.2.1. Tampereella olisi hyvät mahdollisuudet tällaisen järjestelmän pilotointiin. Hankkeessa voisi olla mukana toki Tampereen sähkölaitos omalla panoksellaan ja eri yritys- ja tutkimustahoja. Mahdollisia tahoja ovat TTY:n lisäksi esimerkiksi tämän hankkeen tiimoilta esille tulleet Savo-Solar Oy, joka on käynnistänyt samantyyppisen hankkeen Porvoon energian kanssa sekä Ilosol Oy ja VTT. Myös Hyvinkään kaupunki on kiinnostunut tästä asiasta.

#### 7.5 Julkiset aurinkoenergiapilotit

Julkiset pilotit ovat tärkeitä, kun halutaan lisätä teknologian näkyvyyttä ja positiivista mielikuvaa. Ne ovat myös hyödyllisiä opetustarkoituksissa. Tampereelle ollaan rakentamassa lähivuosina useita julkisia rakennuksia, joissa voidaan hyödyntää aurinkoenergiaa. Tällaisia ovat esimerkiksi Vuoreksen koulukeskus ja Luhtaan päiväkotit. Vuoreksen asuntomessuilla voitaisiin tämän lisäksi toteuttaa näkyviä pilotteja muissakin kohteissa kuin rakennuksissa, kuten esimerkiksi sähköä vaativissa messutoiminnoissa. Näkyvä pilotti voisi myös olla uusiutuvan energian esimerkkikohteita kiertävä ulkoilureitti tai aurinkopaneeleilla katettu valaistu ja sateelta suojassa oleva pyörätie.

Tampereella kannattaa hyödyntää muualla saatuja kokemuksia. Esimerkiksi Porin uimahallissa tullaan hyödyntämään aurinkoenergiaa monipuolisesti. Suomessa on käynnissä hankkeita, joista voi saada hyödyllistä tietoa Tampereelle. Yksi tällainen hanke on ”Yhdistelmä-rakennepiloteilla aurinkoenergiasta liiketoimintaa EAKR –hanke”, jossa Hermia Oy on aktiivisesti mukana.

Jotta asiassa päästäisiin eteenpäin, kaupungin kannattaa tehdä kohteiden osalta päätökset aurinkoenergian käytöstä rakennuksissa. Ainakin uudiskohteiden osalta tämä pitäisi päättää mahdollisimman aikaisin, jotta suunnitteluun ja kaavoitukseenkin pystyttäisiin vaikuttamaan auringosta saatavan hyödyn maksimoimiseksi. Tämän jälkeen tai tätä ennen esimerkiksi TTY:ltä voi tilata selvityksen aurinkoenergian hyödyntämismahdollisuuksista vaikkapa opinnäytetyönä. Tämän selvityksen yhteydessä haastatellut yritykset ja useat muut tahot pystyvät tarjoamaan korkealuokkaisia ratkaisuja. Tämän jälkeen käytössä olevien ratkaisujen hyötyä voidaan mitata. Lisäksi niitä voidaan hyödyntää opetuksessa ja ne luovat positiivista mielikuvaa ja kannustavat yksityisiä tahoja noudattamaan kaupungin esimerkkiä.

#### 7.6 Aurinkoenergia kaavoituksessa

Jotta aurinkoenergian hyödyntäminen saataisiin huomioitua tarpeeksi aikaisin rakennusten ja kokonaisten yhdyskuntien suunnittelussa, se täytyisi saada luontevaksi osaksi kaavoitusprosessia. Luvussa 0 on tähän liittyviä näkökulmia. TTY:n arkkitehtuurin laitokselta on esitetty tämän hankesuunnitelman tiimoilta projektia liittyen aurinkoenergian huomioimiseen kaavoituksessa. Jyväskylässä on käynnissä samaan

aiheeseen liittyvä selvitystyö, johon on hyvä perehtyä arvokkaan tiedon saamiseksi ja päällekkäisyyksien välttämiseksi.

### *Kaavoitukseen liittyvä tutkimusaihio*

Yleistä taustaa aurinkoenergian hyödyntämisestä rakentamisessa ja kaavoituksessa sekä siihen liittyvästä ohjeistuksesta:

Aurinkoenergian hyödyntämisen yleiset periaatteet aurinkopaneelien suuntamisen suhteen ja edullisten ilma-suuntien valinnan suhteen ovat suunnittelijoiden perusosaamista. Toisaalta kuitenkin aurinkopaneelien käyttö käytännössä - sekä suunnitelluissa että toteutetuissa kohteissa - on melko vähäistä. Myös tiedoissa laitteiden teknologian kehityksestä ja mm. yksityiskohtaisesta paneelien suuntaamiseen liittyvästä optimoinnista on parantamisen varaa.

Ohjeistuksen laadinnasta:

Käytännön suunnittelun näkökulmasta ohjeistusta kaivataan kaupungin suunnittelupalveluissa mm. rakennussuunnitteluun ja kaavasunnitteluun liittyen. Molemmilla suunnittelutasoilla voidaan laatia yleistä ohjeistusta, joka palvelee sekä kaupungin omaa suunnittelutoimintaa että kaupungin ulkopuolelta tilattavan suunnittelupalvelun ohjaamista.

Kaavasunnittelussa ohjeistus koskee sekä yleis- että asemakaavasunnittelua liittyen yleiseen mitoittamiseen ja rakennusten sijoittumiseen suhteessa maaston topografiaan ja pienilmastollisiin olosuhteisiin. Eristyisesti ohjeistus koskee asemakaavataso suunnittelua, missä rakaistaan korttelikohtaiset rakennusten keskinäiset korkeussuhteet ja suuntaukset sekä kattojen kaltevuuskulmat.

Rakennussuunnittelussa tasolla tulee ratkaistavaksi yksityiskohtaisesti edellä mainittuja rakennuksen kokonaisuutona liittyviä kysymyksiä kuten katon lappeiden suuntaukset sekä kaltevuuskulmat. Lisäksi tulee ratkaistavaksi aurinkoenergian kerääjien yksityiskohtainen mitoittaminen ja sijoittaminen sekä teknisten ratkaisujen yksityiskohtainen valinta ja määrittely.

Tutkimushanke:

Tutkimushankkeeksi ehdotetaan projektia, jossa kootaan kansainvälisestä ja paikallisesta tutkimuksesta ajantasaisin tieto aurinkoenergian hyödyntämisestä tiivistetyksi tietopaketti ja paikallisesti sovellettavaksi ohjeistukseksi. Se sisältää yleistä tietoutta aurinkokerääjien käytöstä ja käytännön soveltamisesta sekä taustatietoa teknologiakehityksen nykytilasta. Tietopaketin keskeisin osuus on kaupungin suunnittelutyön tueksi laadittava ohjeistus, joka kootaan helposti sovellettavaksi suunnitteluohjelmiksi.

Työ laaditaan TTY:n eri tutkimuslaitosten yhteistyönä. Ohjeistus kootaan Arkkitehtuurin laitoksen EDGE tutkimuslaboratoriossa.

[Haastattelu, Kimmo Ylä-Anttila, Yhdyskuntasuunnittelu, TTY]

## 7.7 Vuoreksen aurinkotalot

Vuoreksen asuntomessuille täytyisi luoda kannusteita, jotta messutaloissa tulnaisiin hyödyntämään aurinkoenergiaa. Nämä voisivat olla esimerkiksi tonttivuokriin liittyviä helpotuksia tai pisteitä messukohteiden rakentajien valinnassa. Yksi houkutin voisi olla mahdollisuus liittää aurinkosähköjärjestelmä osaksi sähköverkkoa. Tällainen projekti sitoisi parhaimmillaan mukaan

messualueelle rakentavat talotehtaat, energialaitoksen, järjestelmätoimittajat, asukkaat ja tutkimustahoja. Tuloksia voitaisiin mitata ja hyödyntää myös opetustarkoituksissa. Alueen ensimmäiseen ja toiseen rakennusvaiheeseen voitaisiin luoda Nurmi-Sorilan aurinkoenergiamallin tapainen malli, joka voisi olla myös messuvieraiden nähtävissä. Kaavoitukseen ja aikaiseen vaikuttamiseen liittyvät seikat aurinkoenergian hyödyn maksimoimiseksi on järkevää huomioida ainakin Vuoreksen toisessa vaiheessa. Vuoreksen asuntomessualueella toteutettavia mahdollisia demonstraatiokohteita ja esimerkki mahdollisesta alueelle laadittavasta aurinkoenergiamallista on esitetty luvussa 4.1.1 ja 4.2.2.6.

Yksi mielenkiintoinen demonstraatiokohde Vuoreksen ensimmäisessä tai toisessa rakennusvaiheessa olisi nollaenergiatalojen demonstrointi, johon sisältyisi suunnittelun avustus ja tutkimus. Arvioitu työmäärä ja budjetti olisi 6 htkk. 60 000 €.

## 7.8 Kaupunkiympäristöön sopivien aurinkoenergiaa hyödyntävien yhteistilojen kehittäminen –kilpailu

Opiskelijoille voitaisiin järjestää kilpailu, jossa he pääsisivät ideoimaan kaupunkiympäristöön sopivia aurinkoenergiaa hyödyntäviä yhteistiloja, kuten esimerkiksi aurinkosähköllä toimivaa konserttilavaa tai aurinkolämmitettyjä puistonpenkkejä. Kilpailutiimit voivat olla monialaisia ryhmiä, mikä lisää eri alojen välistä yhteistyötä ja voi aikaansaada toimivia innovaatioita.

## 7.9 Demonstraatiokohteiden analysointi

Erilaiset demonstraatiot liittyvät useaan edellä esiteltyyn tutkimusaihiioon tai tutkimuspakettiehdotukseen. Yksi mahdollinen projekti on demonstraatiokohteiden analysointi, mikä pitäisi sisällään mittausten suunnittelun, mittauslaitteet ja tulosten analysoinnin. Arvioitu työmäärä ja budjetti voisi olla kohteiden määrästä ja tyypistä riippuen 20 htkk. 200 000 €.

## 7.10 Tulevaisuuden aurinkoenergiatekniikat

Tulevassa hankkeessa kannattaa hyödyntää Suomessakin jo toimivat aurinkoenergian foorumit ja yhteistyöhankemahdollisuudet. Yksi esitys tulevaksi projektiksi on "Tulevaisuuden aurinkoenergiatekniikat", mikä sisältäisi kansainvälisen yhteistyön muun muassa ruotsalaisten ja saksalaisten tutkimuslaitosten kanssa ja kotimaisen aurinkoenergiayhteistyön edistämisen esimerkiksi laitevalmistajien, suunnittelijoiden, kuntien ja rakentajien keskuudessa. Arvioitu työmäärä ja budjetti voisi olla 8 htkk ja 100 000 €. Jo olemassa olevissa foorumeissa voi olla hyvinkin mittavaa kansainvälistä ja kotimaista yhteistyötä, johon Tampere voisi aktiivisesti osallistua.

## 8 Kirjallisuus- ja Internetlähteet

ECO2. Ekotehokas Tampere 2020. [WWW]. Saatavissa: <http://www.eco2.fi/>. [Viitattu 18.10.2010]

EEP. Emergin Energy Research. Global Concentrated Solar Power Market and Strategies 2010-2025. 5 p. [WWW]. Saatavissa: <http://www.emerging-energy.com/uploadDocs/GlobalConcentratedSolarPowerMarketsandStrategies2010.pdf>. Viitattu 24.10.2010.

EPIA. European Photovoltaic Industry Association. Global Market Outlook for Photovoltaics until 2014. 28 p. [WWW]. Saatavissa: [http://www.epia.org/fileadmin/EPIA\\_docs/public/Global\\_Market\\_Outlook\\_for\\_Photovoltaics\\_until\\_2014.pdf](http://www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/public/Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_until_2014.pdf). [Viitattu 24.10.2010].

ESTTP. European Solar Thermal Technology Platform. Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe. 21 p. [WWW]. Saatavissa: [http://esttp.org/cms/upload/SRA/ESTTP\\_SRA\\_RevisedVersion.pdf](http://esttp.org/cms/upload/SRA/ESTTP_SRA_RevisedVersion.pdf). Viitattu 24.10.2010

Konttinen, Petri. Luvata Oy. Esitykset.

SataPV. [WWW]. Saatavissa: [http://www.samk.fi/tutkimus\\_ja\\_kehittaminen/projektikatsaus](http://www.samk.fi/tutkimus_ja_kehittaminen/projektikatsaus). Viitattu 26.10.2010.

SolarForum. [WWW]. Saatavissa: [http://www.samk.fi/tutkimus\\_ja\\_kehittaminen/projektikatsaus](http://www.samk.fi/tutkimus_ja_kehittaminen/projektikatsaus). Viitattu 26.10.2010.

STH. Solar District Heating. [WWW]. Saatavissa: <http://www.solar-district-heating.eu/Home.aspx>. Viitattu 24.10.2010.

## LIITE 1 Haastatellut tahot

Kaikki haastattelut on tehty aikavälillä 1.10.2010-30.11.2010.

Alanne, Kari. Aalto-yliopisto.  
Alatalo, Elina. Arkkitehtuuri. TTY.  
Aro, Jussi. Purso Oy.  
Hagan, Harri. Arkkitehtuuri. TTY.  
Hakola, Paula. Hermia Oy.  
Heikkilä, Erpo. Ilosol Oy.  
Holm, Suvi. Ekokumppanit Oy.  
Huomo, Petteri. Citycon Oy.  
Juntunen, Mikko. Naps Systems Oy.  
Kalema, Timo. Konstruktitekniikka. TTY.  
Keränen, Hannu. Tampereen Tilakeskus.  
Konttinen, Petri. Luvata Oy.  
Korpela, Aki. Sähkömagnetiikka. TTY.  
Kurnitski, Jarek. Sitra.  
Langwaldt, Jörg. TTY.  
Lemmetyinen, Helge. Kemia ja biotekniikka. TTY.  
Leppänen, Jyrki. ABB Oy.  
Liljeström, Kimmo. Optiplan Oy.  
Lund, Peter. Aalto-yliopisto.  
Maunumäki, Pekka. Sastamalan Seudun Yrityspalvelut Oy.  
Mäkinen, Jukka. ABB Oy.  
Nieminen, Jyri. VTT.  
Nordlund, Olli-Pekka. Tekes.  
Nousiainen, Mikko. kestävä yhdyskunta –ohjelma. Tekes.  
Paatero, Jukka. Aalto-yliopisto.  
Salokoski, Pia. Groove –ohjelma. Tekes.  
Sora-Sahi, Vesa. Savo-Solar Oy.  
Tuomola, Toni. Skanska.  
Valkealahti, Seppo. Sähköenergiatekniikka. TTY.  
Vitkala, Jorma. Glaston Finland Oy.  
Välimäki, Pauli. ECO2.  
Ylä-Anttila, Kimmo. Yhdyskuntasuunnittelu. TTY.