

**ENERGIAYHTEISÖT EUROOPAN ULKOPUOLELLA  
ENERGY COMMUNITIES OUTSIDE EUROPE**

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT  
Sähkötekniikan kandidaatintyö  
2022  
Saara Mäentalo  
Tarkastaja: Salla Annala

TIIVISTELMÄ  
Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT  
LUT Energiajärjestelmät  
Sähkötekniikka

Saara Mäentalo

## **Energiayhteisöt Euroopan ulkopuolella**

Sähkötekniikan kandidaatintyö  
2022  
25 sivua, 3 kuvaa, 1 taulukkoa  
Tarkastaja: Salla Annala

Avainsanat: energiayhteisöt, energiantuotanto

Tässä kandidaatintyössä tutkitaan, millaisia erilaisia energiayhteisöjä löytyy Euroopan ulkopuolelta. Selvitetään millaisia erilaisia määritelmiä sekä termejä energiayhteisöille löytyy eri puolilta maailmaa ja miten ne eroavat toisistaan. Verrataan myös määritelmiä EU-direktiivin määritelmään. Energiayhteisöjä tutkitaan kolmen erilaisen tapauksen avulla. Ne valitaan siten, että ne olisivat mahdollisimman erilaisia ja sijaitsevat eri maissa ja maanosissa. Selvitetään, miksi energiayhteisö on perustettu ja minkälaisia hyötyjä siitä on alueelle sekä sen asukkaille. Tutkitaan myös millä tavalla yhteisön rahoitus on järjestetty ja millä tavalla energiantuotanto on toteutettu.

Työ tehdään kirjallisuustutkimuksena ja lähteinä käytetään tiedejulkaisuja sekä artikkeleita. Lähteinä pyritään käyttämään mahdollisimman uusia julkaisuja.

## ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT  
School of Energy Systems  
Electrical Engineering

Saara Mäentalo

### **Energy Communities outside Europe**

Bachelor's thesis

2022

25 pages, 3 figures, 1 table

Examiners: Salla Annala

Keywords: energy communities, energy production

The aim of this bachelor's thesis is to study what kind of different energy communities can be found outside Europe and to find out what different definitions and terms for energy communities can be found around the world and how they differ from each other. The definitions are also compared with the definition in the EU Directive. Energy communities are studied through three different cases. They have been chosen to be as diverse as possible and located in different countries and continents. The aim is to find out why the energy community has been set up and what benefits it will bring to the region. It will also examine the way in which community funding is organized and the way in which energy production is carried out.

The work is done through a literature search and scientific publications and articles are used as sources. The aim is to use as new publications as possible as source materials.

# Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	5
2.	Energiayhteisön määritelmiä .....	6
3.	Drake Landing Solar Community, Kanada .....	8
3.1	Taustaa.....	8
3.2	Kuvaus systeemistä .....	8
3.2.1	Rakennukset .....	8
3.2.2	Aurinkokaukolämpöjärjestelmä ja kausilämpövarasto.....	9
3.3	Projektin kustannukset.....	10
3.4	Projektin ympäristövaikutukset .....	11
3.5	Tulevaisuus.....	11
4.	Narara, Australia.....	12
4.1	Taustaa.....	12
4.2	Rahoitus ja suunnittelu .....	12
4.3	Asuminen ja rakentaminen .....	13
4.4	Energiantuotanto.....	14
4.4.1	Aurinkovoima.....	14
4.4.2	Energiavarastot .....	14
4.5	Älykäs sähköverkko .....	14
5.	Kitakyushu, Japani .....	16
5.1	Taustaa.....	16
5.2	Vetyenergia.....	17
5.2.1	Tuuli- ja aurinkovoima .....	18
5.3	Älykäs sähköverkko ja sähkön hinnoittelu.....	20
6.	Yhteenveto.....	21
7.	Lähteet .....	22

## 1. JOHDANTO

Energiayhteisö voidaan määritellä monella eri tavalla tapauksesta tai paikasta riippuen. Yleisesti voidaan sanoa, että energiayhteisö on paikallisesti omistetun usein uusiutuvan energiantuotannon ympärille syntynyt yhteisö, jolla voi olla tuotannon lisäksi myös muita palveluita energian suhteen. Energiayhteisön pääasiallinen tavoite on tuottaa taloudellista, sosiaalista ja ympäristöllistä hyötyä. Energiayhteisön jäsenet tai osakkaat ovat paikallisia henkilöitä, viranomaisia tai pk-yrityksiä. (Airaksinen Jussi et al., 2019)

Energiayhteisö tuo yleensä paljon etuja alueelle ja sen asukkaille. Se voi muun muassa nostaa alueen arvoa ja lisätä työpaikkoja. Energian hinta on myös yleensä alhaisempi yhteisössä. Hallinnollisesti se tuo etua integroimalla alueen asukkaat tiiviisti päätöksentekoon. Kun asukkaat pääsevät vaikuttamaan, päätöksenteko on avoimempaa ja monimuotoisempaa. Osassa maista hallitus haluaa ohjata uusiutuvan energian tuotantoa energiayhteisön muotoon ja tällä tavalla hajauttaa energiajärjestelmää. (IRENA, 2018)

Tässä työssä tutkitaan kolmea erilaista energiayhteisöä eri maanosissa ja perehdytään niiden toimintamalleihin. Valitut tapaukset ovat Drake Landing Solar Community Kanadassa, Narara Australiassa sekä Kitakyushu Japanissa. Työn tavoitteena on tutkia yhteisöjä alun suunnittelusta aina toteutukseen sekä toimintaan asti. Tutkitaan myös siitä, miten yhteisöjen toiminnan rahoitus on järjestetty ja sitä, miten paljon energiayhteisö tuottaa kasvihuonepäästöjä aiempaan energiantuotantomuotoon verrattuna. Työn aineistona käytetään tieteellisiä artikkeleita sekä tutkimuksia.

Kappaleessa 2 kuvataan erilaisia määritelmiä sekä termejä energiayhteisölle. Kappaleessa 3 tutkitaan Kanadassa sijaitsevaa Drake Landing Solar Community -yhteisöä ja kappaleessa 4 Australiassa olevaa Narara ekokylää. Kappale 5 käsittelee Japanissa sijaitsevaa Kitakyushu nimistä älykästä yhteisöä.

## 2. ENERGIAYHTEISÖN MÄÄRITELMIÄ

Energiayhteisölle ei ole yksiselitteistä yhteistä määritelmää tai käsitettä maailman laajuisesti. Ne ovat myös rakenteeltaan sekä toiminnaltaan hyvin paljon toisistaan poikkeavia. Ainoastaan Euroopassa on määritelty tarkasti energiayhteisö termi ja asetettu yhteisöjen toiminnalle lakeja. Euroopan komission uusiutuvan energian direktiivissä 2018/2001 artiklassa 2 määritellään ”Uusiutuvan energian yhteisö” seuraavalla tavalla:

16) *’uusiutuvan energian yhteisöllä’* tarkoitetaan oikeushenkilöä,

*a) joka sovellettavan kansallisen lainsäädännön mukaisesti perustuu avoimeen ja vapaaehtoiseen osallistumiseen, on riippumaton ja tosiasiallisesti sellaisten osakkeenomistajien tai jäsenten määräysvallassa, jotka sijaitsevat lähellä kyseisen oikeushenkilön omistamia ja kehittämiä uusiutuvaa energiaa hyödyntäviä hankkeita;*

*b) jonka osakkeenomistajat tai jäsenet ovat luonnollisia henkilöitä, pk-yrityksiä tai paikallisviranomaisia, mukaan lukien kunnat;*

*c) jonka ensisijainen tarkoitus on tuottaa ympäristöön liittyvää, taloudellista tai sosiaalista hyötyä osakkeenomistajilleen tai jäsenilleen tai alueille, joilla se toimii, eikä rahallista voittoa; ((EU) 2018/2001)*

Sähkömarkkinadirektiivissä 2019/944 artiklassa 2 on määritelty ”kansalaisten energiayhteisö” seuraavalla tavalla:

11) *’kansalaisten energiayhteisöllä’* oikeushenkilöä,

*a) joka perustuu vapaaehtoiseen ja avoimeen osallistumiseen ja jossa tosiasiallista määräysvaltaa käyttävät jäsenet tai osakkaat, jotka ovat luonnollisia henkilöitä, paikallisviranomaisia, kunnat mukaan lukien, tai pieniä yrityksiä;*

*b) jonka ensisijainen tarkoitus on tuottaa rahallisen voiton sijaan ympäristöön, talouteen tai sosiaaliseen yhteisöön liittyviä hyötyjä jäsenilleen tai osakkailleen tai alueille, joilla se toimii; ja*

*c) joka voi harjoittaa tuotantoa, mukaan lukien uusiutuvista lähteistä peräisin olevaa tuotantoa, jakelua, toimitusta, kulutusta, aggregointia, energian varastointia, energiatehokkuuspalveluja tai sähköajoneuvojen latauspalveluja tai voi tarjota muita energiapalveluja jäsenilleen tai osakkailleen; ((EU) 2019/944)*

Muualla maailmassa energiayhteisölle on määritelty erilaisia termejä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa käytetään useimmiten termiä *Advanced Energy Communities*, eli ”Edistynyt energiayhteisö” tai ”Pitkälle kehittynyt energiayhteisö”. Termi on hyvin saman kaltainen kuin Euroopan komission direktiivin määritelmä, mutta se keskittyy tarkemmin tekniikkaan, jota käytetään yhteisössä. (Reijnders et al., 2020)

Termiä *Smart Community* eli ”Älykäs yhteisö” käytetään enimmäkseen Aasiassa ja tarkemmin Japanissa. Termi on hyvin laaja ja Japanissa energiayhteisön ei tarvitse olla vain yhteisössä toimiva tai tietyn yhteisön omistama. Se voi myös olla tavallinen tuotantolaitos, joka hyödyntää uusiutuvia energianlähteitä. Tämä vaikeuttaa energiayhteisöjen listaamista Japanissa. Australiassa määritelmä on samankaltainen kuin Japanissa. Siellä käytetään uusiutuvan energian viraston ARENA: n eli Australian Renewable Energy Agency määrittelemää termiä *Community Energy* eli yksinkertaisesti ”energiayhteisö”. Määritelmä on laaja ja se sisältää kaikki uusiutuvan energian projektit maassa. (Reijnders et al., 2020) Projekti voidaan karkeasti määritellä energiayhteisö -projektiksi, jos se kattaa yhden seuraavista kohdista:

1. Laillisuus: hankkeella on oikeushenkilö tai järjestö, joka hoitaa projektia voittoa tavoittelematta.
2. Fyysisuus: paikallisten ihmisten tiloja tai rakennuksia käytetään projektissa.
3. Prosessi: paikalliset ihmiset eli yhteisö osallistuu projektin suunnitteluun.
4. Taloudellisuus: paikalliset ihmiset osallistuvat projektin rahoittamiseen. (Ison, 2009)

### **3. DRAKE LANDING SOLAR COMMUNITY, KANADA**

#### **3.1 Taustaa**

Drake Landing Solar Community (DLSC) on energiayhteisö Kanadassa Okotoksin kaupungissa. Yhteisö valmistui jo vuonna 2007 ja siihen kuuluu yhteensä 52 kotitaloutta. (Kandiah & Lightstone, 2016)

Kanadassa lämmitysenergian tarve on suurta, mutta välttämätöntä kylmien olosuhteiden vuoksi. Arviolta 80 % Kanadan kotitalouksien kasvihuonekaasupäästöistä syntyy tilojen sekä käyttöveden lämmityksestä (Mesquita et al., 2017).

Koko Kanadan kasvihuonekaasupäästöistä 22 % syntyy asunrakennuksista, liiketiloista sekä laitosrakennuksista (Wong & Mesquita, 2019).

Aurinkoenergian käyttö lämmityksessä on ratkaisu fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämiseen. Kanadassa aurinkoenergian käyttö on kuitenkin mahdollista vain tiettyinä kuukausina auringonpaisteen mukaan. Tähän ongelmaan ratkaisuna on kausilämpövarasto, jota DLSC projektissa on tarkoituksena kokeilla. (Kandiah & Lightstone, 2016)

Yhteisössä yhdistetään kaukolämpö kausilämpövarastoon, johon kerätään energiaa aurinkoisina kuukausina aurinkokeräinten avulla. Tarkoituksena on, että jopa 90 % tilojen lämmitystarpeesta voidaan kattaa varastoidulla aurinkoenergialla. DLSC on ensimmäinen asuinalueella varastoitua aurinkoenergiaa käyttävä projekti koko Pohjois-Amerikassa. (Sibbitt et al., 2007)

#### **3.2 Kuvaus systeemistä**

##### **3.2.1 Rakennukset**

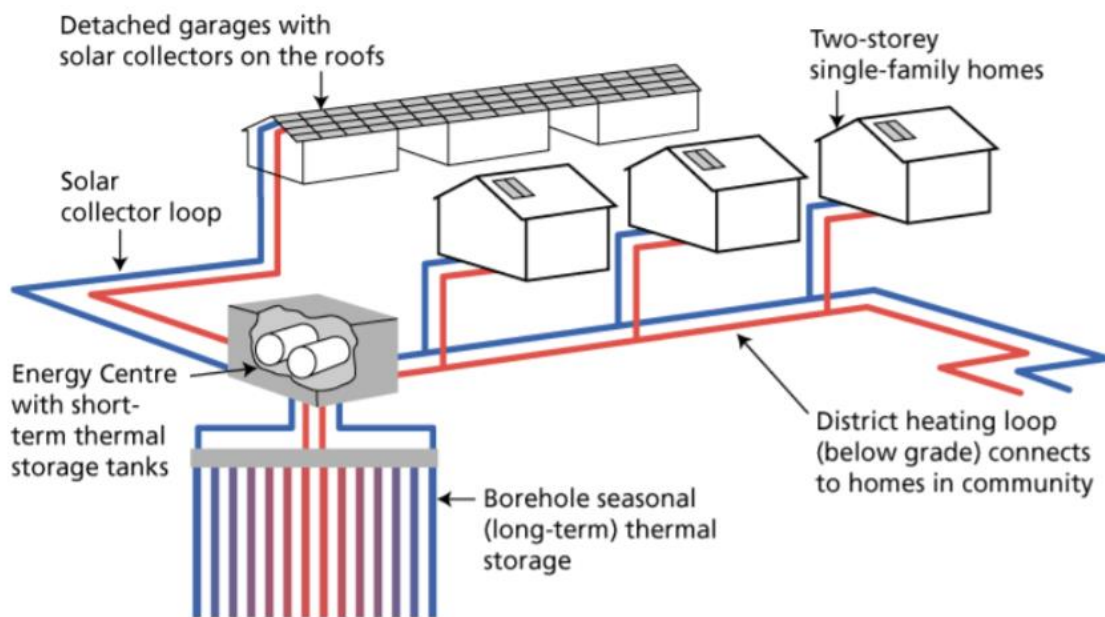
Yhteisöön kuuluu 52 kotitaloutta ja jokaiseen niistä kuuluu asuinrakennuksen lisäksi autotalli. Asuinrakennukset ovat 145 neliömetrin suuruisia ja niiden kaikkien rakentamisessa on noudatettu Kanadan R-2000 standardia, joka sisältää muun muassa vaatimuksia energiatehokkuudelle sekä eristyksille. Yhteisöön kuuluu myös energiakeskus, joka sisältää energian varastointiin sekä jakamiseen tarvittavat laitteistot. (Mesquita et al., 2017)



Yhteisön aurinkokeräimet on sijoitettu autotallien katoille ja niitä on yhteensä 800 kappaletta eli noin 2293 neliömetrin verran. Järjestelmä tuottaa keskimäärin 1,5 MW energiaa aurinkoisena kesäpäivänä. (Karasu & Dincer, 2020)

### 3.2.2 Aurinkokaukolämpöjärjestelmä ja kausilämpövarasto

Kuvassa 1 on yksinkertaistettu kaavio yhteisössä käytettävän systeemin toiminnasta. Aurinkokeräimillä kerätty energia lämmittää glykoliliuosta, jota kiertää putkistossa. Lämmitetty glykoli kulkee putkistoa pitkin energiakeskukseen. Energiakeskuksessa on lyhytaikainen lämpövarasto ja lämmönvaihdin, jossa lämpö siirtyy glykolista veteen. Glykoli palaa tämän jälkeen takaisin aurinkokeräimeen. Lämmitetty vesi siirretään tämän jälkeen lyhytaikaisesta varastosta pitkäaikaiseen kausilämpövarastoon. Pitkäaikainen varasto sisältää 144 maahan porattua reikää, jotka yltyvät 37 metrin syvyyteen. Putket on päällystetty hiekalla, savella sekä muilla eristävillä materiaaleilla lämmönylläpitämiseksi. Kesän loputtua maan lämpötila on noin 80 astetta. (Karasu & Dincer, 2020)



Kuva 1. Yksinkertaistettu kaavio aurinkokaukolämpöjärjestelmän toiminnasta. (Mesquita et al., 2017)

Kun kotitaloudet tarvitsevat lämmitystä, lämmin vesi siirtyy pitkäaikaisesta kausilämpövarastosta energiakeskuksen lyhytaikaiseen varastoon. Tämän jälkeen lämmin vesi siirtyy kaukolämpöpiiriä pitkin kunkin asuinrakennuksen kellarissa sijaitsevaan matalan lämpötilan ilmankäsittelykoneeseen. Kun rakennus saavuttaa termostaattiin asetetun

lämpötilan, lämmönsiirto lopetetaan automaattisesti toimivan venttiilin avulla. (Karasu & Dincer, 2020)

### 3.3 Projektin kustannukset

Taulukossa 1 on eroteltu projektiin menneet kustannukset sen toteutumishetkellä. Taulukossa eriteltyjen kulujen lisäksi ylimääräisiä kuluja syntyi noin 514 000 Kanadan dollaria (C\$) eli kokonaisuudessaan projektin kustannukset olivat noin 7 660 000 C\$ eli noin 5,3 miljoonaa euroa (Wong & Mesquita, 2019). Lisäksi yhteisön asuinrakennusten rakentamisen kustannukset olivat noin 14 miljoonaa Kanadan dollaria (Sibbitt et al., 2015).

Taulukko 1. Projektin kustannukset. (Wong & Mesquita, 2019)

<b>Kuvaus</b>	<b>Projektin lopulliset kustannukset [C\$]</b>
Yksityiskohtainen suunnittelu	510 000
Aurinkoenergian keräysjärjestelmä	1 001 000
Lämpöenergian varastointijärjestelmä	880 000
Energiakeskuksen rakennus	650 000
Kodin lämmitysjärjestelmä ja R-2000	440 000
Kaukolämpöpiiri	1 130 000
Aurinkokäyttöinen kuumavesijärjestelmä	200 000
Autotallit	1 460 000
Järjestelmän käyttöönotto	215 000
Suorituskyvyn seurantajärjestelmä	460 000
Projektinhallinta ja tiedotus	200 000
<b>Yhteensä</b>	<b>7 146 000</b>

Aurinkokaukolämpöjärjestelmän suunnittelu, osto sekä asennus maksettiin kokonaan lahjoituksilla. Lahjoituksen tekivät Kanadan hallitus, Albertan hallitus sekä Kanadan kuntien liitto ja se oli 3,4 miljoonan Kanadan dollarin arvoinen. Lahjoitusten avulla yhteisön kodit pystyttiin myymään kilpailukykyiseen hintaan. Ilman lahjoituksia hinnat olisivat nousseet korkeammiksi kuin tavanomaisten energiatehokkaiden kotien hinnat. (Sibbitt et al., 2015)

Yhtiö nimeltä Drake Landing Company omistaa energiakeskuksen sekä kaikki laitteet, joita aurinkokaukolämpöjärjestelmään tarvitaan, vaikka kodit ovat yksityisomistuksessa. Yhtiö omistaa myös kaikki kotien sisällä sijaitsevat lämmitykseen tarvittavat laitteistot. (Sibbitt et al., 2015)

Kotien omistajat maksavat jatkuvasti lämmityksestä Drake Landing Companylle. Lämmityksen hinta on suurin piirtein saman verran kuin maakaasulämmityksen hinta Kanadassa. Drake Landing Company käyttää saamiaan tuloja jatkuvien käyttökulujen lisäksi tutkimusprojektiin, joka liittyy kausilämpövarastojen tutkimukseen. (Sibbitt et al., 2015)

### **3.4 Projektin ympäristövaikutukset**

DLSC yhteisön kotitalous synnyttää vuodessa merkittävästi vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin samankokoinen tavanomainen kanadalainen kotitalous. Tähän vaikuttaa eniten lämmitystapa, koska molemmissa tapauksissa sähkö ostetaan verkosta. DLSC-projektin taloja lämmitetään auringolla, kun taas tavanomainen lämmitystapa Kanadassa on maakaasu. Yksi Drake Landing yhteisön talo tuottaa hiilidioksidipäästöjä 1,9 ekvivalenttitonnia vuodessa, kun taas tavanomainen talo tuottaa 6,3 ekvivalenttitonnia vuodessa. (Karasu & Dincer, 2020)

### **3.5 Tulevaisuus**

DLSC-projektista on opittu paljon aurinkoenergian ja kausilämpövarastojen käytöstä lämmityksestä. Projektin aikana tehtyjen kustannustutkimuksien myötä kuitenkin huomattiin, että tämän kokoinen systeemi ei ole kilpailukykyinen maakaasun hinnan kanssa. Järjestelmän täytyisi olla huomattavasti suurempi kuin Drake Landing yhteisön, jotta energian hinta olisi kilpailukykyinen ja tämän kaltaisen yhteisön perustaminen kannattaisi. DLSC-projekti kuitenkin jatkaa järjestelmän tutkimista. (Sibbitt et al., 2015)

## **4. NARARA, AUSTRALIA**

### **4.1 Taustaa**

Narara on vain 64 hehtaarin kokoinen alue Uudessa Etelä- Walesissa (NSW) Australiassa. Alue oli ennen maatalouden tutkimuskeskus, mutta yhteisöä suunnitelleet jäsenet ostivat sen osavaltiolta. Nararasta erityisen tekee se, että siitä on tarkoituksena luoda esimerkkikylä Australiassa, joka on ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävä. Yhteisö ei siis aio kiinnittää huomiota vain energian ja sähköntuotannon ekologisuuteen ja kestävyysvaan myös rakentamiseen ja ruuan tuotantoon. Yhteisön rakentaminen on vasta alkuvaiheessa. (NSW Department of Planning and Environment, 2018)

Visio ekokylästä syntyi sen perustajalle Lyndall Parrisille jo vuonna 1997 ja vuoteen 2004 mennessä hän oli jo laatinut alustavan suunnitelman kyläntoimintamallista. Narara eroaa monista energiayhteisöistä siinä mielessä, että sen jäsenet koostuvat ympäri Australiaa kotoisin olevista ihmisistä, eikä alueella jo valmiiksi asuneista. Lyndall esitteli visiotaan ekokylästä erilaisissa tapahtumissa ja houkutteli ihmisiä mukaan projektiin. Jäsenet ovat lähteneet ekokylä- projektiin erilaisista syistä ja erilaisista lähtökohdista. Osa on halunnut muuttaa kaupungista rauhallisempaan ja puhtaampaan ympäristöön, ja osa on kiinnostunut itse rakentamaan omanalaisensa ekotalon. Yhteisön jäsenillä on monipuolista osaamista ja tietoa, joten he pärjäävät pitkälti ilman ulkopuolista neuvonantoa. (Metcalf, 2013)

Vuonna 2013 Nararan ekokylään kuului 80 (Metcalf, 2013) jäsentä ja tänä päivänä heitä on jo 180 (Narara Ecovillage, 2020).

### **4.2 Rahoitus ja suunnittelu**

Vuonna 2008 osavaltio laittoi maataloustutkimuskeskuksen myyntiin ja yhteisön jäsenet tekivät tarjouksen siitä. Kaupat kuitenkin keskeytyivät toistaiseksi, kun globaali finanssikriisi iski. Jäsenet ehdottomasti halusivat Nararan maa-alueen, joten he odottivat, kunnes se tulisi uudestaan myyntiin ja tällä välin jatkoivat kylän suunnittelua ja oman osaamisensa kehittämistä. Vuonna 2012 alue tuli taas myyntiin ja neuvotteluja voitiin jatkaa. Lopulta he saivat Nararan alueen ostettua 5 miljoonalla Australian dollarilla. Vuonna 2008 hinta olisi ollut 9 miljoonaa dollaria. (Metcalf, 2013)

Nararan jäsenet investoivat yhteensä arviolta 7 miljoonaa dollaria projektin aloittamiseen. Investointiin lukeutuu maa-alueen hinnan lisäksi konsultointi sekä oikeuskulut. Investoinnin keräämiseksi käytettiin jäsenlainaa eli jäsenille maksetaan takaisin summa, jonka he investoivat projektiin. Jäsenlainan lisäksi Narara haki pankkirahoitusta yhteisön toiminnan kehittämistä varten. (Metcalf, 2013)

Narara-projekti sai Australian uusiutuvan energian virastolta ARENA:lta noin 1,2 miljoonan dollarin rahoituksen älykkään sähköverkon perustamista varten. Investointi kuului ARENA:n hankkeeseen tukea Australian siirtymistä uusiutuvan energian käyttöön. Investointi tulee kattamaan noin 31 % älykkään verkon kokonaiskustannuksista. (NSW Department of Planning and Environment, 2018)

ARENA ei ole ainut järjestö jolta Narara on saanut rahallista tukea. Myös Uuden Etelä-Walesin ympäristö ja kulttuuritoimisto myönsi ekokylälle 70 000 dollarin avustuksen. Toimisto haluaa tukea uusiutuvan energian hankkeita Uuden Etelä-Walesin alueella. (NSW Department of Planning and Environment, 2018)

### **4.3 Asuminen ja rakentaminen**

Jokaisen Nararaan rakennettavan uuden talon pitää vastata kylän asettamia rakennusstandardeja. Taloista tehdään mahdollisimman energiatehokkaita lämmityksen sekä sähkönkulutuksen suhteen. Jokaisen talon katolle asennetaan aurinkopaneelit ja talon vesijärjestelmä toimii aurinkoenergialla. Kotitalouksiin tulee myös älykkäät sähkömittarit, termostaatit ja etähallintalaitteet. Tavoitteena on, että asukas pystyy itse hallitsemaan sekä seuraamaan rakennuksen energiankäyttöä mahdollisimman helposti ja vaivattomasti. (NSW Department of Planning and Environment, 2018)

Nararan alueella oli 50 rakennusta sen toimiessa tutkimuskeskuksena, mutta suurin osa niistä on purettu (McGowan, 2019). Jäljellä olevia rakennuksia aiotaan kunnostaa käyttäen tiloina ekokylän jäsenten perustamille yrityksille, kuten ruokakaupalle ja hotellille. Kunnostamisessa käytetään samaa periaatetta kuin uusissa rakennuksissa, eli energiatehokkuus on etusijalla (Metcalf, 2013).

## **4.4 Energiantuotanto**

### **4.4.1 Aurinkovoima**

Narara tuottaa tarvitsemansa energian aurinkovoimalla. Aurinkopaneeleita on tarkoitus asentaa jokaisen rakennuksen katolle ja maan tasalle on myös rakennettu yhteinen aurinkovoimala. Rakennusten katoille arvioidaan tulevan yhteensä 471 kW:n edestä aurinkopaneeleita ja yhteisen voimalan on tarkoitus olla 196 kW:n suuruinen. (NSW Department of Planning and Environment, 2018)

Rakennusten katoilla olevien paneelien on tarkoitus tuottaa suurin osa sen asukkaiden tarvitsemasta energiasta. Myös rakennusten veden lämmitys toimii aurinkovoimalla. Varsinkin päivisin paneelit tuottavat enemmän energiaa kuin mitä rakennus kuluttaa. Tällöin ylimääräinen energia automaattisesti ohjautuu sinne missä sitä tarvitaan. Tämä tapahtuu älyverkon avulla. (NSW Department of Planning and Environment, 2018)

### **4.4.2 Energiavarastot**

Yhteisön tarkoituksena on rakentaa yhteensä 460 kWh:n energiavarasto. Koska Narara käyttää ainoastaan aurinkovoimaa energiantuottamiseen, energiavarasto on ehdoton lisä sen rinnalle. Yhteisen energiavaraston lisäksi jokaisella kotitaloudella oma varasto, joka on noin 79,9 kWh:n suuruinen. (Bowyer et al., 2016)

## **4.5 Älykäs sähköverkko**

Nararan sähkönjakelu tapahtuu älykkään sähköverkon kautta. Yhteisö sai poikkeuksellisen luvan Australian energiaviranomaisilta rakentaa kansalliseen verkkoon yhdistetyn yksityisen verkon ja oikeuden myydä sähköä. Oma älykäs sähköverkko on toimivin ratkaisu yhteisölle, sillä sähköntuotanto on hajautettua aurinkovoimaa. Älykäs verkko takaa luotettavan ja joustavan sähkönsaannin kylälle, sillä kulutusta voidaan ohjata tuotannon mukaan. (NSW Department of Planning and Environment, 2018)

Nararan verkko on yhteydessä paikalliseen NSW:n verkkoon älykkäällä muuntajalla. Yhteys paikallisverkkoon takaa varman energiansaannin, sillä suuri aurinkosähkön määrä voisi aiheuttaa muuten ylijännitteitä tai huonon sähkönlaadun. Muuntaja ja älykäs teknologia mahdollistavat älykkään verkon hallinnan. Yhteisön tuottaman aurinkosähkön määrä pystytään ennustamaan tarkasti ja näin sähköä voidaan ohjata sitä tarvitsevien kotitalouksien

käyttöön, energiavarastoihin tai NSW:n verkkoon myytäväksi. Tarvittaessa yhteisö voi myös ostaa sähköä NSW:n verkosta. (NSW Department of Planning and Environment, 2018)

Narara perusti oman sähkövähittäismyyntiyksikön, Narara Ecovillage Power (NEV Power), sillä se katsoi sen toimivammaksi vaihtoehdoksi kiinteiden hintojen sijaan. Sähkön hinta perustuu kulutukseen. Jokaisessa rakennuksessa omat älykkäät sähkömittarit, joista voi seurata kulutusta ja jonka lukemiin laskutus perustuu. (Bowyer et al., 2016)

## 5. KITAKYUSHU, JAPANI

### 5.1 Taustaa

Kitakyushu on noin miljoonan asukkaan kaupunki, joka kuuluu Fukuokan prefektuuriin, Japanissa. Kaupunki oli 1900-luvun alkupuolella Japanin merkittävin teräksen valmistaja ja tärkeä teollisuuskaupunki. Teollisuus kuitenkin saastutti kaupunkia ja sen ympäristöä merkittävästi. Jo 1950-luvulla kaupungin ympäristöolosuhteet olivat huolestuttavat. Teollisuuden aiheuttama pöly ja noki nostivat typpi- ja rikkioksidien määrän ilmassa reilusti yli suositellun. (Loorbach et al., 2016)

1960-luvulla Kitakyushun kaupunki aloitti päästöjen vähentämisen erilaisilla vapaaehtoisilla sopimuksilla yhtiöiden kanssa. Tämä auttoi saasteongelmien ratkaisuun. 1980-luvulla kaupunki alkoi keskittyä teknologian ja ympäristön kehittämiseen. Kitakyushu aloitti erilaisia ympäristöön liittyviä yhteistöitä esimerkiksi Kiinan kanssa. (Loorbach et al., 2016)

Kitakyushu on vuosien varrella tehnyt monia erilaisia suunnitelmia ja hankkeita kaupungin edistämiseksi. Jo vuonna 1987 sen hetkinen pormestari kehitti suunnitelma ”Kitakyushu Renaissance Plan”, jonka tarkoituksena oli tehdä Kitakyushusta kansainvälinen vihreä teknologiakaupunki. Seuraava projekti, ”Kitakyushu Eco-town Project”, alkoi vuonna 1997. Eco-town projektin tarkoituksena oli edistää ympäristöliiketoimintaa edistämällä vihreitä yrityksiä. (Loorbach et al., 2016)

Vuonna 2010 kaupunki aloitti *Smart City* -projektin eli kaupungin muuttamisen kestäväksi älykkääksi kaupungiksi. Projektista on myös käytetty nimitystä *Smart Community Project*. Kaupungin tavoitteena on parantaa asukkaidensa elämänlaatua, taata vakaa ja edullinen pohja energian saannille sekä esitellä uusia innovatiivisia teknologioita energiantuotannon saralla Japanissa. Näkemyksenä on, että vaikuttamalla liiketoimintaan, asukkaiden elämäntapoihin, sosiaalirakenteisiin ja kaupunkisuunnitteluun, voitaisiin luoda vähähiilinen ja kestävä yhteisö. Älykkään yhteisön on tarkoitus yhdistää asukkaat teknologiaan ja kannustaa ympäristöä vähemmän rasittavaan elämäntapaan samalla elintasoa parantaen. (Madakam, et al., 2018)

Kitakyushun projektin konkreettisia tavoitteita vuoteen 2014 mennessä oli rakentaa 5 MW edestä aurinkovoimaa, 30 kW:n edestä tuulivoimaa, 300 W edestä polttokennoja, 400 kW:n



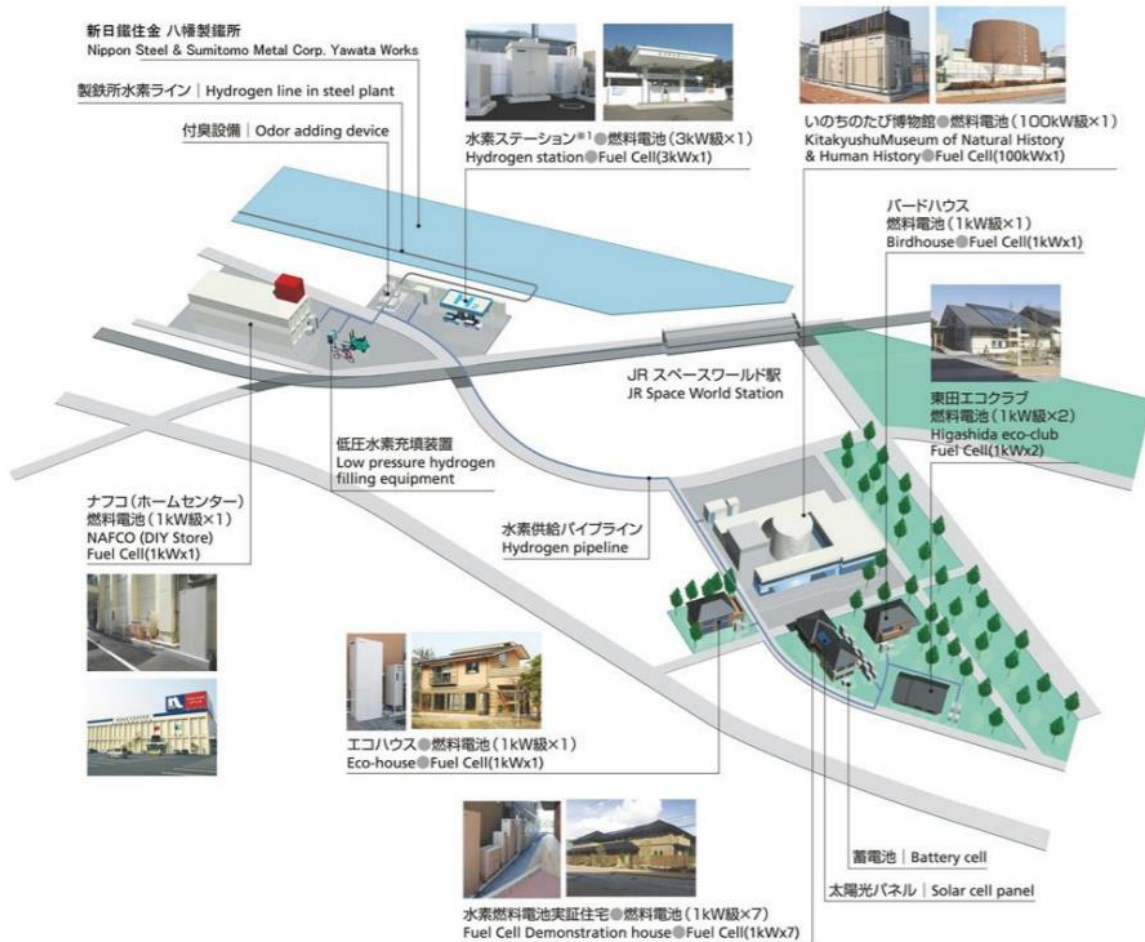
edestä geotermistä energiaa. Energiantuotantoa koskevien muutosten lisäksi tavoitteena oli rakentaa 500 energiatehokasta älykotia ja 70 liikerakennusta. Edellä mainitut tavoitteet toteutettiin vain 1,2 neliökilometrin alueella ja ne koskivat 0,98 miljoonaa asukasta. Kaikkiin tavoitteisiin päästiin ja ne maksoivat noin 16,3 miljardia jeniä. On arvioitu, että näillä energiantuotannon ja asumisen muutoksilla hiilidioksidipäästöt vähenivät 34 000 tonnia. (Chatfield & Reddick, 2016)

## 5.2 Vetyenergia

Kitakyushun energiantuotannon perustana on uusi innovaatio vedyn käytöstä. Teollisuudesta syntyvä vety voidaan muuttaa energiaksi polttokennoilla. Rakennuksiin sekä autoihin voidaan asentaa polttokennoja ja näin tuottaa energiaa. Kaupunki aloitti Hydrogen Town -hankkeen (HyTown) jonka tarkoituksena oli luoda Kitakyushusta ensimmäinen vetyä monipuolisena energianlähteenä käyttävä kaupunki. Hanke sai alkunsa vuonna 2004, kun järjestettiin konferenssi strategian luomiseksi vetyenergian hyödyntämisestä. Konferenssiin osallistui 672 henkilöä, jotka olivat julkiselta, akateemiselta sekä yksityiseltä sektorilta. Koska teollisuudesta syntyvän vedyn hyödyntäminen energiantuotannossa on uusi konsepti, HyTown-hankkeen suunnitteluun ja strategian luomiseen kului yli viisi vuotta. Viimein vuosien 2011 ja 2014 välillä kaupungissa testattiin ensimmäistä yhteisötason hanketta vetyenergian käytön osalta. Hankkeessa keskityttiin 5 pääasian testaamiseen, jotka olivat:

1. *Vedyn toimittaminen putkilinjan kautta.*
2. *Polttokennojen käytettävyys useissa sovelluksissa*
3. *Polttokennokäyttöiset autot, pienet trukit ja polkupyörät.*
4. *Sähkön toimittaminen polttokennoajoneuvoista julkisiin asuntoihin*
5. *Älykkään yhteisön energian jakaminen.* (Nagashima, 2018)

Alla olevassa kuvassa 2 on esitetty yksinkertainen kaavio vedyn jakelujärjestelmästä sekä polttokennoista. Kuten kuvasta 2 nähdään, omakotitalolle riittää yksi 1 kW:n polttokenno tuottamaan energiaa, jos rakennus on älykäs. Suuremmille rakennuksille, kuten kuvassa 2 esitetylle museolle, polttokennon kooksi sopii 100 kW. Tämän arvioidaan olevan riittävä energian tuottamiseen, jos rakennus pyrkii käyttämään energiaa energiatehokkaasti. (Nagashima, 2018)



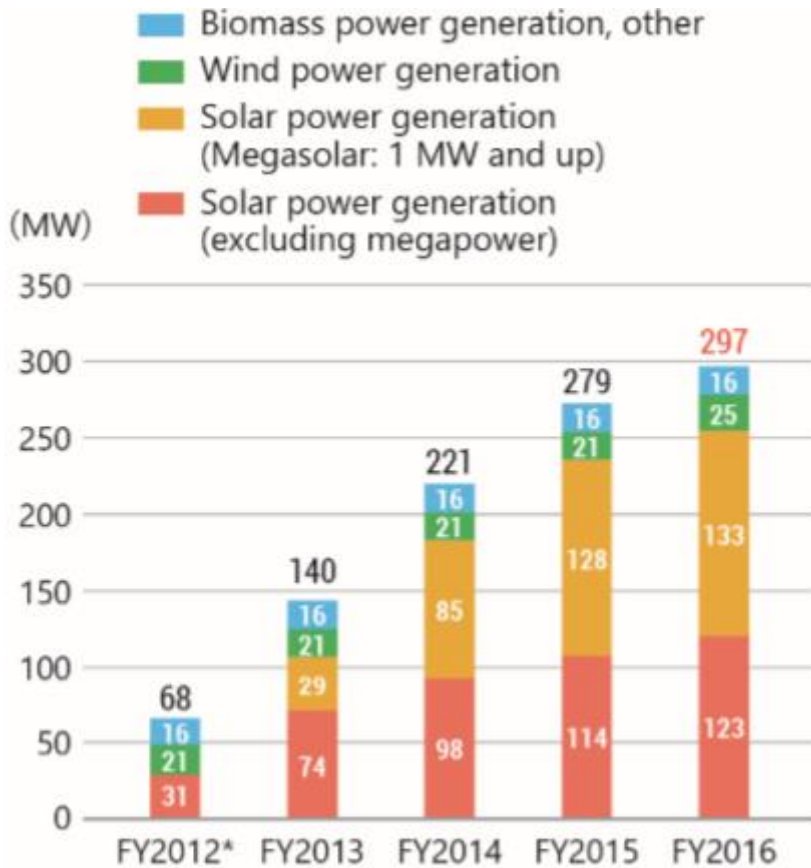
Kuva 2. Kitakyushun vedynjakelujärjestelmän ensimmäinen prototyyppi. (Nagashima, 2018)

Kokeilu vedyn käytöstä energianlähteenä saatiin päätökseen vuonna 2014 onnistuneesti ja vuonna 2016 kaupunki päätti aloittaa suuremman hankkeen suunnittelun. Vuonna 2017 kaupunki julkaisi valmiin suunnitelman ”Kitakyushu City Vision for Hydrogen Society”. Tavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä saadaan valmiiksi kaupungin laajuinen vedyn toimitusketju. Tavoitteena on toimia vetyenergian käytön keskuksena ja myydä konseptia vetyenergian käytöstä Japanin muille osille sekä ulkomaille. (Nagashima, 2018)

### 5.3 Tuuli- ja aurinkovoima

Suurin osa Kitakyushun tuulivoimaloista on rakennettu kaupungille kuuluvalla Hibikinadan rannikkoalueelle, joka on maantieteellisesti ihanteellinen tuulivoimalle. Alue on tuulinen ympärivuoden. Alueella on maalle rakennettuja tuulivoimaloita sekä offshore-alueelle rakennettuja tuulivoimaloita. Nämä merelle rakennetut voimalat ovat ensimmäisiä offshore-alueen voimaloita Japanissa. (The Japan Times, 2016)

Kitakyushun kaupunki panostaa uusiutuvan energian lisäämiseen jatkuvasti. Kuvassa 3 on kaupungin uusiutuvan energian määrän kehitys vuosien 2012–2016 välillä. Kuvasta 3 voi nähdä, että aurinkovoiman määrää on lisätty huomattavasti, kun taas biomassan ja tuulivoiman määrä pysyi näinä vuosina lähes samoina. Vuonna 2018 aurinkovoimaloita kaupungissa oli jo 256 MW:n edestä. (City of Kitakyushu & Institute for Global Environmental Strategies, 2018)



\*As of July 2012, data from FY 2013 and after is based on year-end figures.

Kuva 3. Kitakyushun uusiutuvan energian määrän kehitys vuosina 2012–2016. (City of Kitakyushu & Institute for Global Environmental Strategies, 2018)

Kitakyushussa oli vuonna 2018 kaksi offshore-tuulivoimalaa ja 16 maalla sijaitsevaa tuulivoimalaa. Yhteensä niiden tuotantokapasiteetti oli 32 MW. Vuonna 2022 on tarkoituksena aloittaa 44 offshore tuulivoimalan rakentaminen Hibikinadan rannikkoalueelle. Tuulipuisto olisi valmistuessaan Japanin suurin. (City of Kitakyushu & Institute for Global Environmental Strategies, 2018)

#### **5.4 Älykäs sähköverkko ja sähkön hinnoittelu**

Yhtenä osana Kitakyushun Smart Community projektia on demonstraatioprojekti laajasta älyverkkoyhteisöstä. Älykkääseen verkkoon siirtymisen lisäksi siihen kuuluu myös sähkön hinnoittelun muuttaminen dynaamiseksi. Se tarkoittaa, että sähkön hinta muuttuu kysynnän ja tarjonnan vaihteluiden mukaan. Sähkön hinta on tällöin suurin kysynnän ollessa suurinta. Dynaamisen hinnoittelun tarkoituksena on kannustaa kuluttajia käyttämään vähemmän sähköä ruuhka-aikoina. Kitakyushussa tämä on toiminut ja ruuhka-aikojen kysyntä on saatu laskemaan noin 30 %. Dynaamisen hinnoittelun rinnalla toimii älykäs energiaverkko, kodin energianhallintajärjestelmä sekä älykkäät sähkömittarit. Älykkään verkon ja kodin energianhallintajärjestelmän avulla pystytään seuramaan reaaliaikaisesti sähkön kysyntää ja tarjontaa. Tämä auttaa kuluttajia muuttamaan ja seuraamaan sähkön kulutusta. Kitakyushun älykkään sähköverkon käytöstä saatuja tietoja käytetään Japanissa verkkojen tutkimuksessa. (Mah, 2013)

## 6. YHTEENVETO

Energiayhteisöt määritellään eri tavalla eri maissa ja niistä käytetään erilaisia nimityksiä. Yleisimmät nimitykset näyttäisivät olevan ”*Community Energy*” ja ”*Energy Community*”, mutta esimerkiksi Japanissa käytössä on nimitys ”*Smart Community*”, joka viittaa yhteisön sijasta enemmän tekniikkaan, jota käytetään. Energiayhteisö ja älykäs tekniikka kulkevat yleensä käsikädessä ja tämä on tullut esille kaikissa kolmessa tapauksessa, joita työssä on käsitelty. Energiayhteisöjen määritelmiä tutkiessa huomattiin, että Eurooppa on ainut alue, jossa se on määritelty tarkasti direktiivissä asti.

Työssä tutkittuja energiayhteisöjä yhdistää se, että niissä kaikissa on päädytty käyttämään hajautettua energiantuotantoa ja uusiutuvia energianlähteitä. Aurinkovoima nousi esille jokaisessa hankkeessa, vaikka hankkeet olivat hyvin eri kokoisia. Kanadan Drake Landing Solar Community projekti kattaa vain 52 kotitaloutta, kun Japanin Smart City -projekti kattaa noin miljoonan asukkaan kokoisen alueen.

Kaikilla työssä tutkituilla energiayhteisöillä yhteistä on se, että ne haluavat kokonaisvaltaisesti muuttua ympäristöystävällisemmiksi ja hiilineutraaleimmiksi alueiksi. Tavoitteena ei ole ainoastaan uudistaa energiantuotantoa vaan myös esimerkiksi rakentamista tai liikkumista. Kanadan Drake Landing Solar Community otti huomioon asuinrakennuksissa energiatehokkuuteen liittyvät rakennusstandardit ja Australian Nararassa rakennuksille on tarkat määräykset aina rakennusmateriaaleista lähtien.

## 7. LÄHTEET

Airaksinen, J., Annala, S., Bröckl, M., Honkapuro, S., Lassila, J., Manninen, J., Partanen, J., Rautiainen, T., Saario, M., Vanhanen, J. & Värre, U. 2019. *Selvitys sähkön omatuotantoon, energiayhteisöihin ja energiahankkeiden lupamenettelyihin liittyvistä kysymyksistä*. Valtioneuvoston kanslia. 143. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:73. ISBN 978-952-287-819-9.

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161978/VNTEAS\\_2019\\_73.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161978/VNTEAS_2019_73.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [Viitattu 7.11.2020]

Bowyer, J., Bruce, A. & Passey, R. 2016. Regulatory and Retail Arrangements for Community-owned Embedded Networks. Asia – Pacific, Solar Research Conference. <http://apvi.org.au/solar-research-conference/wp-content/uploads/2017/03/J-Bowyer-A-Bruce-and-R-Passey-Regulatory-and-Retail-Arrangements-for-Community-owned-Embedded-Networks.pdf> [Viitattu 5.10.2020]

Chatfield, A. T. & Reddick, C. G. 2016. Smart City Implementation Through Shared Vision of Social Innovation for Environmental Sustainability: A Case Study of Kitakyushu, Japan. *Social science computer review*. 34 (6), 757–773. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0894439315611085> [Viitattu 4.3.2021]

City of Kitakyushu & Institute for Global Environmental Strategies. 2018. “The Sustainable Development Goals Report”. ISBN: 978-4-88788-211-9 <https://www.local2030.org/pdf/vlr/kitakyushu-sdg-report-en-2018.pdf> [Viitattu 5.10.2020]

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=en> [Viitattu 5.10.2020]

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2019/944 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=EN> [Viitattu 5.10.2020]

IRENA. 2018. Community Energy: Broadening the ownership of renewables. <https://coalition.irena.org/-/media/Files/IRENA/Coalition-for->

[Action/Publication/Coalition-for-Action\\_Community-Energy\\_2018.pdf](#) [Viitattu 5.10.2020]

Ison, N. 2009. Overcoming technical knowledge barriers to Community Energy projects in Australia.  
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.452.1972&rep=rep1&type=pdf>  
[Viitattu 5.10.2020]

Kandiah, P. & Lightstone, M. 2016. Modelling of the thermal performance of a borehole field containing a large buried tank. *Geothermics*. 6094–104.  
[https://www.researchgate.net/publication/289572012\\_Modelling\\_of\\_the\\_thermal\\_performance\\_of\\_a\\_borehole\\_field\\_containing\\_a\\_large\\_buried\\_tank](https://www.researchgate.net/publication/289572012_Modelling_of_the_thermal_performance_of_a_borehole_field_containing_a_large_buried_tank) [Viitattu 5.10.2020]

Karasu, H. & Dincer, I. 2020. Life cycle assessment of integrated thermal energy storage systems in buildings: A case study in Canada. *Energy and buildings*. 217109940–  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037877881931881X> [Viitattu 15.12.2020]

Loorbach, D., Wittmayer, J.M., Shiroyama, H., Fujino, J. & Mizuguchi, S. 2016. *Governance of Urban Sustainability Transitions European and Asian Experiences*. 1st ed. 2016. [Online]. Tokyo: Springer Japan.  
[https://www.researchgate.net/publication/340462217\\_Life\\_cycle\\_assessment\\_of\\_integrated\\_thermal\\_energy\\_storage\\_systems\\_in\\_buildings\\_A\\_case\\_study\\_in\\_Canada](https://www.researchgate.net/publication/340462217_Life_cycle_assessment_of_integrated_thermal_energy_storage_systems_in_buildings_A_case_study_in_Canada) [Viitattu 8.4.2021]

Madakam, S., Holmukhe, R. & Tripathi, S. 2018. ‘Rising of Yokohama, Keihanna, Kitakyushu, and Toyota Smart Cities in the Land of the Rising Sun’, in *Smart Cities*. [Online]. Cham: Springer International Publishing. pp. 243–262.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76669-0\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76669-0_10) [Viitattu 8.4.2021]

Mah, D. N., Wu, Y., Ip, J. C. & Hills, P. R. 2013. The role of the state in sustainable energy transitions: A case study of large smart grid demonstration projects in Japan. *Energy policy*. 63726–737. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421513007490>  
[Viitattu 14.4.2020]

McGowan Nicholas. 2019. Understanding self-organised territorialization in urban communities. Master's thesis. Queensland University of Technology, Queensland. [https://eprints.qut.edu.au/132369/1/Nicholas\\_McGowan\\_Thesis.pdf](https://eprints.qut.edu.au/132369/1/Nicholas_McGowan_Thesis.pdf) [Viitattu 5.10.2020]

Mesquita, L., McClenahan, D., Thornton, J., Carriere, J. & Wong, B. 2017. "Drake Landing Solar Community: 10 Years of Operation". International Solar Energy Society. [https://www.researchgate.net/profile/Lucio-Mesquita/publication/326121453\\_Drake\\_Landing\\_Solar\\_Community\\_10\\_Years\\_of\\_Operation/links/5d4c9419299bf1995b70b03b/Drake-Landing-Solar-Community-10-Years-of-Operation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lucio-Mesquita/publication/326121453_Drake_Landing_Solar_Community_10_Years_of_Operation/links/5d4c9419299bf1995b70b03b/Drake-Landing-Solar-Community-10-Years-of-Operation.pdf) [Viitattu 7.12.2021]

Metcalf, B. 2013. Narara Ecovillage, Australia. *Communities (Louisa)*. (161), 58–. <https://www.proquest.com/docview/1470789027?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true> [Viitattu 13.2.2021]

Nagashima, M. 2018. Japan's Hydrogen Strategy and Its Economic and Geopolitical Implication. *Études de l'Ifri, Ifri*. ISBN: 978-2-36567-918-3. [https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/nagashima\\_japan\\_hydrogen\\_2018\\_.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/nagashima_japan_hydrogen_2018_.pdf) [Viitattu 21.12.2021]

Narara Ecovillage. 2020. <https://nararaecovillage.com/> [Viitattu 21.2.2021]

NSW Department of Planning and Environment. 2018. Case Study: Narara Ecovillage. <https://energy.nsw.gov.au/media/1411/download> [Viitattu 5.10.2020]

Sibbit, B., McClenahan, D., Djebbar, R., Asharea, M. & Paget, K. 2015. Groundbreaking solar; Case study in Drake Landing Solar Community. ASHRAE - High Performing Buildings, 36-46. [https://www.dlsc.ca/reports/JUL2015/Goundbreaking\\_Solar\\_Case\\_Study.pdf](https://www.dlsc.ca/reports/JUL2015/Goundbreaking_Solar_Case_Study.pdf) [Viitattu 16.12.2021]



Sibbitt B., Onno T., McClenahan D., Thornton J., Brunger A., Kokko J. & Wong B. 2007. The Drake Landing Solar Community project – early results. [https://www.dlsc.ca/reports/bjul15/EPD\\_March\\_April\\_2007.pdf](https://www.dlsc.ca/reports/bjul15/EPD_March_April_2007.pdf) [Viitattu 16.12.2021]

Reijnders, V. M. J. J., van der Laan, M. D. & Dijkstra, R. 2020. Energy communities: a Dutch case study 137. Teoksessa: Sioshansi, F. ”Behind and beyond the meter: Digitalization, Aggregation, Optimization, Monetization”. ISBN: 978-0-12-819951-0.

The Japan Times. 2016.” Japan showcase, A guide to Japan's prefectures and major cities”. <http://showcase.japantimes.co.jp/kitakyushu-city/news/?key=kitakyushu1> [Viitattu 23.3.2021]

Wong, B. & Mesquita, L. 2019. “Drake Landing Solar Community: Financial Summary and Lessons Learned”. <http://proceedings.ises.org/paper/swc2019/swc2019-0049-Wong.pdf> [Viitattu 14.12.2021]