



Dahir Osman

Suomalaisen aurinkoenergiayrityksen toimintamahdollisuudet Somaliassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

20.3.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Dahir Osman
Otsikko:	Suomalaisen aurinkoenergiayhtiön toimintamahdollisuudet Somaliassa
Sivumäärä:	25 sivua
Aika:	20.3.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine:	Energiantuotantomenetelmät
Ohjaajat:	Yliopettaja Kari Salmi Special Advisor Heikki Karhunen

Tässä insinöörityössä tarkastellaan suomalaisen aurinkopaneeliyrityksen mahdollisuuksia toimia Somaliassa. Somalia on yksi maailman säteilyenergiarikkaimmista maista, mutta erilaisten kehittyvien maiden ongelmien lisäksi se on kärsinyt pitkästä sisällissodasta. Jälleenrakentaminen on käynnissä kovaa vauhtia, mutta aurinkoenergian hyödyntäminen on vielä hyvin vähäistä.

Tämä opinnäytetyö koostuu kuvauksesta Somaliasta toimintaympäristönä ja sen energiasektorista. Tämän jälkeen kuvataan aurinkoenergian toimintaperiaatetta ja siihen liittyviä komponentteja. Viimeiseksi kuvataan Somalian pääkaupungin Mogadishun tarjoamia mahdollisuuksia suomalaiselle yritykselle toimintaympäristönä aurinkoenergiasektorilla.

Työ perustuu teorialueeseen sekä tutustumismatkaan Somaliaan helmikuussa 2022. Lisäksi tehtiin kaksi teemahaastattelua.

Työn tuloksena esiteltiin kahta eri toimintamallia aurinkoenergian hyödyntämiselle. Toisessa mallissa rakennetaan pienaurinkovoimaloita yrityksille, kotitalouksille ja kiinteistöille. Toisessa mallissa rakennetaan isompia aurinkovoimapuistoja ja myydään niiden tuottamaa sähköä kuluttajille. Molempia malleja tarvitaan, mutta vielä epävarmasti ympäristössä on yritykselle riskittömämpää pienempi ensimmäinen toimintamalli.

Avainsanat: aurinkoenergia, Somalia, kehittyvät maat

Abstract

Author: Dahir Osman
Title: Finnish Solar Companys Opportunities to Operate in Somalia
Number of Pages: 25 pages
Date: 20 March 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Energy and Environmental Technologies
Professional Major: Energy Production Technologies
Supervisors: Kari Salmi, Title (Principal Lecturer)
Heikki Karhunen, ProPower Energy Oy (Special Advisor)

The opportunities for Finnish solar energy company to operate in Somalia are examined in this thesis. Somalia's solar potential is one of the highest in the world, but in addition to the different challenges developing countries have, it has also suffered from a long civil-war. Rebuilding is ongoing in a fast pace, but the use of solar energy is scarce.

This thesis first provides general information on Somalia and its energy sector. Then it presents solar energy technologies and components in solar systems. Finally, the thesis describes the Somali capital Mogadishu's energy sector opportunities for a Finnish company.

This thesis is based on a theory research and a case-study that was executed in Somalia on February 2022. In addition, two interviews were conducted.

As the final result, two models of solar energy production are showed. The first model is to install solar systems for private companies, households and properties. The second model is to build larger projects such as solar parks and sell the electricity straight to consumers. Both models are needed, but in an environment that is still unstable it is more risk-free to practice the smaller scale model.

Keywords: solar energy, Somalia, developing countries

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Somalia	1
2.1	Somalian historia	2
2.2	Somalian hallintojärjestelmä nyt	3
2.3	Mogadishu toimintaympäristönä	4
2.4	Somalian energiasektori	6
2.5	Somalian ja Suomen välinen yhteistyö	7
3	Aurinkoenergia	9
3.1	Aurinko energianlähteenä	9
3.2	Aurinkosähköjärjestelmän komponentit	11
3.2.1	Aurinkosähköpaneelit	12
3.2.2	Invertterit	13
3.2.3	Akut	13
3.2.4	Sähköverkko	14
3.3	Aurinkovoimalat	15
4	Aurinkosähkö Somaliassa	17
5	Loppupäätelmät	23
	Lähteet	26

Lyhenteet

NDP *National Development Plan*. Somalian valtiovarainministeriön luoma kansallinen kehityssuunnitelma vuosille 2020–2024.

BMS Akunvalvontajärjestelmä.

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä tarkastellaan suomalaisen aurinkopaneeliyrityksen mahdollisuuksia toimia Somaliassa. Somalia on yksi maailman säteilyenergiarikkaimista maista, mutta erilaisten kehittyvien maiden ongelmien lisäksi se on kärsinyt pitkästä sisällissodasta. Jälleenrakentaminen on käynnissä kovaa vauhtia, mutta aurinkoenergian hyödyntäminen on vielä hyvin vähäistä.

Tätä insinööriyötä varten on haastateltu sähköntuottajayrityksen edustajaa sekä aurinkovoimaloiden asennusyrityksen omistajaa Somaliassa. Nämä haastateltavat edustivat siis kahta eri mallia kehittää aurinkoenergian tuotantoa. Toisen haastateltavan omistama yritys edusti toimintamallia, jossa yritys tarjoaa aurinkovoimaloiden toteutusta yksittäisille kiinteistöille, yrityksille ja kotitalouksille. Toinen haastateltava on projekti-insinööri, joka edustaa Somalian suurinta sähköyhtiötä ja omistaa itse sähköntuotantolaitoksia, jotka myyvät sähköä suoraan kuluttajille.

Työ perustuu teorialueeseen sekä tutustumismatkaan Somaliaan helmikuussa 2022. Verkosta löytyvän tiedon luotettavuus ja osittainen ristiriitaisuus johtivat tutustumismatkan välttämättömyyteen. Matkalla käytiin tutustumassa erilaisiin käytännön toteutusmuotoihin.

Tämä opinnäytetyö koostuu kuvauksesta Somaliasta toimintaympäristönä ja sen energiasektorista. Tämän jälkeen kuvaan aurinkoenergian toimintaperiaatetta ja siihen liittyviä komponentteja. Viimeiseksi kuvaan Somalian pääkaupungin Mogadishun tarjoamia mahdollisuuksia suomalaiselle yritykselle toimintaympäristönä aurinkoenergiasektorilla.

2 Somalia

Somalian liittotasavalta sijaitsee Itä-Afrikassa ns. Afrikan sarvessa, naapurimaina lännessä Kenia ja Etiopia, sekä koillisessa Djibouti. Somalialla on manner-Afrikan pisin rantaviiva, joka on yli 3000 kilometriä pitkä. Taktisen sijainnin vuoksi

Punaisen meren ja Intian valtameren rannalla sijaitsee monta tärkeää satamaa. Somaliassa asuu 12 miljoonaa ihmistä. Ilmasto Somaliassa on pääosin kuuma ja kuiva. Maaperä on pääosin tasaista kuivaa aavikkoa ja savannia, lukuun ottamatta viljavia jokisuistoalueita. Lisäksi Pohjois-Somaliassa on vuoristoalue, jonka kuiva vuoristometsä kuuluu Maailman Luonnonsäätiön nimeämiin ekologisiin suojelukohteisiin. [1.]

Somaliassa kehitykseen ja turvallisuuteen on vaikuttanut 30-vuotinen sisällissota, jonka suurin osa ihmisistä voisi katsoa päättyneen. [2] Suurin turvallisuusuhka tällä hetkellä silti on terroristijärjestö Al-Shabaab, joka hallitsee alueita maaseudulla ja tekee mm. pommi-iskuja ympäri Somaliaa, kohteenaan poliittisesti vaikuttavat ihmiset. [3.]

2.1 Somalian historia

Somalialla on pitkä historia sekä itsenäisenä että kolonialistisena valtiona. Somaliassa sijaitsevasta alueesta, joka nykyään tunnetaan Puntmaan autonomisena osavaltiona löytyy mainintoja jo muinaisen Egyptin teksteissä. Silloin aluetta kuvattiin ”jumalten maana”. Alue sijaitsi kauppareitillä, ja kauppaa tehtiin muun muassa roomalaisten ja arabien kanssa. [4.]

Islam rantautui Somaliaan 600-luvulla arabikauppiaiden mukana ja oli jo 700-luvulla vakiinnuttanut asemansa. Mogadishun sultanaatti perustettiin 900-luvulla ja se hallitsi alueen kauppaa 1500-luvulle asti. Tämän jälkeen kauppaa hallitsi eri aikoihin eri sultanaatit, kuten Ajuranin, Adalin, Warsangalin ja Geledin sultanaatit. [5.]

Vuonna 1884 pidetyn Berliinin konferenssin myötä, Iso-Britannia otti haltuunsa vuonna 1886 Somalian pohjoisosan ja sitä kutsuttiin Brittiläiseksi Somalimaaksi ja vuonna 1889 Italia otti itselleen eteläisen osan kutsuen sitä Italian Somalimaaksi. [6]

Brittiläinen ja Italian Somalimaa itsenäistyivät ja yhdistyivät kutsuen itseään Somaliin liittotasavallaksi vuonna 1. heinäkuuta 1960. [6] Sotilasvallankumouksen johdosta vuonna 1969 valtaan nousi kenraali Mohamed Siad Barre, joka julisti maan sosialistiseksi. Hän pyrki kokonaan eroon vanhasta verisukulaisuuteen perustuvasta klaanijärjestelmästä, mutta 1980-luvulla päätyi erottamaan tiettyjen klaanien jäseniä, mikä vain lisäsi kansan tyytymättömyyttä. Kansan tyytymättömyys johti siihen, että syttyi sisällissota, jonka seurauksena Siad Barre ajettiin maanpakoon vuonna 1991. [5.]

Vuonna 1991 entisen Brittiläisen Somalimaan alue julistautui itsenäiseksi ja alkoi kutsua aluetta Somalimaaksi. Mikään maa ei ole kansainvälisesti tunnustanut valtiota. Muualla maassa hallitsivat pitkälti erilaiset klaani- ja heimoyhteisöt, myös Puntmaa julistautui autonomiseksi vuonna 1998, tunnustaen kuuluvansa Somaliin toisin kuin Somalimaa. Vuonna 2004 Keniassa järjestetyssä kokouksessa, johon osallistui klaanipäälliköitä ja poliitikkoja, saatiin ensimmäistä kertaa yli 20 vuoteen luotua väliaikaishallitus ja myös nimitettyä presidentti. Hetken vuonna 2006 Islamististen oikeusistuinten liitto valtasi suuren osan maasta, mukaan lukien Mogadishun, mutta se saatiin syöstyä vallasta samana vuonna. Pysyväishallinto saatiin Somaliaan 30 vuoden ponnistelujen jälkeen vuonna 2012. [5.]

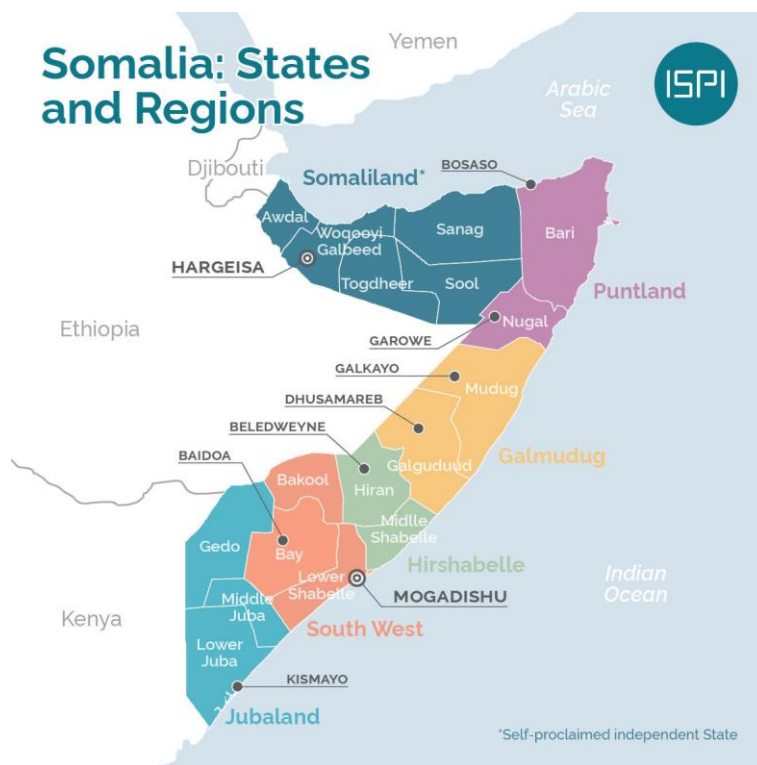
2.2 Somalian hallintojärjestelmä nyt

Somalian valtiomuoto on tasavalta. Kolmekymmentä vuotta kestäneen sisällissodan jälkeen on Somaliassa toiminut hallitus vasta 10 vuotta, ja monet valtion instituutiot ovat vielä kehitteillä.

Somalian presidentti tällä hetkellä on Mohamed Abdullahi Mohamed. Mohamed valittiin presidentiksi vuonna 2017 ja hänen kautensa piti tulla päätökseen vuoden 2021 helmikuussa, mutta huhtikuussa hän ilmoitti jatkavansa kauttaan vielä kahdella vuodella. Tilanteen kiristytessä Somaliassa ja kansainvälisen yhteisön tuomissa presidentin toimet, hän hyväksyi vaalit pidettäväksi sittenkin. Somaliassa vaalit noudattavat monimutkaista epäsuoraa mallia, jossa osavaltioiden päättäjät ja klaanijohtajat valitsevat lainsäätäjät kansalliseen parlamenttiin. Parlamentti

koostuu ylä- ja alahuoneesta, joissa on 275 kansanedustajaa ja 54 senaattoria. Parlamentti valitsee myös presidentin. Parlamentin valintaprosessi on pitkittynyt, sillä eri osapuolia on syytetty, epärehellisyydestä kansanedustajia valittaessa. [7.]

Somaliassa on kuusi osavaltiota, joiden sijainti näkyy kuvassa 1: Somalimaa, Puntmaa, Galmudug, Hirshabelle, Lounais-Somalia ja Jubbamaa. Osavaltioilla on omat hallintoelimet, joissa päätöksenteko syntyy paikallisiin asioihin liittyen. [8.]



Kuva 1 Somalian osavaltiot. [9]

2.3 Mogadishu toimintaympäristönä

Somalian pääkaupunki Mogadishu sijaitsee Intian valtameren rannalla, suunnilleen päiväntasaajalla, eteläisessä Somaliassa. Mogadishussa arvioidaan asuvan

lähes 2,5 miljoonaa ihmistä. Somalia ja erityisesti Mogadishu ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana edenneet roimasti turvallisuuden ja jälleenrakentamisen sektoreilla. Mogadishussa toimii Mogadishun satama ja lentokenttä. Kansainväliset rahtiyrietykset kuten DHL omistavat konttorin Somaliassa. Mogadishun satama on Somalian suurin satama ja sinne tulee päivittäin kansainvälisiä aluksia. Mogadishun sataman toiminnasta vastaa turkkilainen Albayrak Group -konserni. [10.]

Sisällissodan jälkeen pääkaupunki oli lähes raunioina, mutta sitä on viimeisen 10 vuoden aikana jälleenrakennettu nopeasti. Jälleenrakentaminen on tapahtunut pitkälti yksityisen sektorin organisoimana ja rahoittamana. Tärkeässä roolissa ovat paluumuuttajat ja ulkomailla asuvat somalialaiset. Vaikkakin jälleenrakentamisesta pääosin vastaa yksityiset yritykset ja henkilöt, rakentaminen ei rajoitu asuinrakentamiseen, vaan myös suurilta osin infrastruktuuriin. Tämä koskee julkisia palveluita, kuten kouluja ja sairaaloita, mutta myös sähköverkkoja, vesi- ja jätehuoltoa. [11; 12.]

Suomalaisten yritysten näkökulmasta jälleenrakentamiseen osallistuessa tulee huomata, että Suomen ulkoministeriön mukaan Somalian turvallisuustilanne erittäin huono ja matkustamista alueelle suositellaan välttämään. Tästä huolimatta muutamat yritykset ovat kuitenkin arvioineet turvallisuustilanteen riittäväksi. Toiminnan turvaamiseksi yritykset joutuvat kuitenkin käyttämään yksityisiä turvapalveluita. [13.]

Sisällissodan jälkeen Somalian uudelleenrakentaminen on keskittynyt muihin aloihin, kuten terveydenhuoltoon ja koulutusjärjestelmään, eikä vielä ole ehditty perustamaan muun muassa sähköntuotannon infrastruktuuria valvovia elimiä. Kuitenkin kansainvälistä toimintaa harjoittavat yritykset edellyttävät kansainvälisten standardien mukaisia aurinkovoimaloita. Vaikka Somaliassa on tällä hetkellä vähän byrokratiaa, niin voi kehittyvä hallintojärjestelmä tuoda nopeasti muutoksia. Mogadishussa maksetaan veroja joidenkin lähteiden mukaan noin 10 %, mutta verotuksen toimeenpanosta on erittäin vähän tietoa.

Vaikka Mogadishu näyttäytyy monia mahdollisuuksia tarjoavana yrityksille, on sen toimintakulttuuri vielä vaikea hahmottaa täysin ulkopuolisille. Somalialainen bisneskulttuuri pohjautuu paljolti verkostoitumiseen ja henkilökohtaiseen luottamukseen. [14.] Toisessa asiantuntijahaastattelussa korostui henkilökohtaisten kontaktien tärkeys, niin kauppvoja tehdessä, kuin toiminnan turvallisuuden takaamisessa.

2.4 Somalian energiasektori

Energian ja sähkön saatavuus on yksi merkittävistä taloudellisen kasvun tekijöistä. Huolimatta viime vuosina tehdyistä huomattavista parannuksista, on vieläkin fakta, että Somaliassa tuontivarmaa sähköä saadaan vain hyvin pienelle osalle väestöä. Maaseudun asukkaista vain 4 prosentilla on saatavilla sähköä ja kaupungeissa 33 prosentilla. Näillä luvuilla voidaan sanoa Somaliassa asuvan 11 miljoonaa ihmistä, joilla on puutteellinen saatavuus sähkölle. Kaupungeissa ja kaupunkien lähialueilla 90 % sähköstä tulee yksityiseltä sektorilta. Yksityiset yritykset ovat rakentaneet erilaisia piensähköverkkoja, jotka käyttävät dieselgeneraattoreihin perustuvaa teknologiaa, näiden laitosten koko vaihtelee 500–5000 kVA välillä per piensähköverkko. Tämän takia Somaliassa ei oikeastaan ole valtakunnallista sähköverkkoa. [15.]

Yhdysvaltojen tiedustelupalvelun ylläpitämän The World Factbookin mukaan Somalian energiantuotanto vuodessa on 339 miljoonaa kilowattituntia ja energiankulutus on 315 miljoonaa kilowattituntia. [16] Vertailun vuoksi samat luvut Suomessa jossa on kolmasosa Somalian asukkaista, on sähköntuotanto 66,5 miljardia kilowattituntia ja kulutus 82 miljardia kilowattituntia. Mogadishussa asennettu sähköntuotannon kapasiteetti on 35 MW, kun tarvittava määrä on 200 MW. Tällä hetkellä noin 90 % Somalian sähköstä tuotetaan dieselgeneraattoreilla. [17.]

Sähkön hinta Somaliassa perustuu tällä hetkellä pitkälti dieselin hintaan. Yhden kilowattitunnin hinta voi nousta jopa dollariin eli US\$ 1/kWh, joka on korkeimpia sähkön hintoja maailmassa. Tämä johtuu sekä generaattorien, että jakeluverkon

huonosta hyötysuhteesta. Tällä hetkellä Somaliassa päivittäin kulutetaan 121 000 litraa dieseliä pelkästään sähkögeneraattoreiden toimintaan. Suuren kulutuksen syy piilee koneiden huonossa kunnossa ja tästä johtuvasta huonosta hyötysuhteesta. Dieselgeneraattorien jatkuvan lisäämisen takia, odotetaan nykyisen kulutuksen nousevan lähivuosina 694 000 litraan päivässä. [15]

Somalian kansallisen kehityssuunnitelman mukaan tällä hetkellä energiankulutus jakaantuu kahteen pääkategoriaan: lämmöntuottamiseen tarkoitettuihin energiälähteisiin ja sähköntuotannon lähteisiin. Lämmöntuotannossa ensisijaiset lähteet ovat auringonvalo, biomassa, pulloitettu kerosiini, kaasu ja sähkö. Sähkön tuotannossa taas lähes kaikki sähkö tuotetaan diesel generaattoreilla ja rajallisin määrin myös aurinkopaneeleilla ja todella rajallisin määrin pientuuliturbiineilla. Suurta kiinnostusta on myös pienille aurinkosähköjärjestelmille (SHS – Small Home Solar ja Pico PV), joita voidaan käyttää sekä kaupungissa että maaseudun valaisemiseen. [15.]

Esimerkiksi Somalian suurin yksityisen sektorin sähköntuottaja Beco on arvioinut vuonna 2020 nostavansa aurinkosähköntuotannon sen hetkisestä 8 MW:sta 100 MW:iin vuoteen 2022 mennessä. [17] Tämä arvio oli tosin optimistinen, sillä vuonna 2022 alkuvuodesta arvioitiin, että 100 MW:n kapasiteetti saavutetaan noin 4-6 vuoden kuluessa. [36.]

2.5 Somalian ja Suomen välinen yhteistyö

Suomi tunnusti Somalian valtiona 3. kesäkuuta 1960, maiden väliset diplomaattiset suhteet allekirjoitettiin vuonna 1971. 1980-luvulla Suomen Punainen Risti aloitti yhteistyön Somalian Punaisen Puolikuun kanssa terveydenhuollon suhteen. Toiminta keskittyi taisteluun tuberkuloosia vastaan, joka Suomesta oli hävitetty lähes kokonaan. Menestyksekkäs projekti poiki lisää yhteistyötä kahden maan välille ja uusia projekteja syntyi muun muassa naisten koulutuksen tueksi, veripankin perustamisessa ja maaseudun kehitysprojekteissa. Vuonna 1982 Somaliasta tuli yksi Suomen pääpartnereista kahdenvälisen kehityssopimuksen

myötä. Hallituksen kaatumisen jälkeen Suomen apu oli pääosin humanitääristä apua. Sodan jälkeen Suomi ja Somalia solmivat diplomaattiset suhteet uudelleen vuonna 2013 ja Suomi on aktiivisesti mukana Somalian jälleenrakentamisessa. [14.]

Suomen kehitysyhteistyö Somaliassa tukee valtion rakentamista sekä parantaa naisten ja tyttöjen asemaa, sanotaan Suomen Ulkoministeriön sivuilla. Suomen tuella on koulutettu yli 1500 kättilöä Somaliassa. [14.]

Suomen yhteistyö Somaliassa 2021–2024 painottuu valtionrakennukseen sekä naisten seksuaali- ja lisääntymisterveyteen ja -oikeuksiin. Kyseisinä vuosina Somalian saaman tuen määrä tulee olemaan 54 miljoonaa euroa. Tämä summa jakaantuu tasan valtionrakennuksen ja naisten terveyden välillä.

Yksityisen sektorin toimijoita rahoittavat myös suomalaiset yhtiöt, kuten Business Finland, Finnpartnership, Finnfund ja FCA Investments. Näiden organisaatioiden kuvaukset toiminnan kuvaukset näkyvät taulukossa 1. Rahoituksen lisäksi Suomessa on järjestetty muun muassa verkostoitumistilaisuuksia Somaliasta tuleville yrittäjille ja suomalaisten yritysten välillä. Verkostoitumistapahtumat ovat poikineet myös ministerivierailuja Suomeen.

Taulukko 1. Suomalaiset rahoitusorganisaatiot kehittyviin maihin [14]

Organisaatio	Toiminta
Business Finland	Suomalainen julkinen toimija, joka tarjoaa innovaatorahoitusta ja kansainvälistymispalveluita.
Finnpartnership	Ulkoministeriön rahoittama ja Finnfundin liikekumppanuusohjelma, jonka palvelut ovat ilmaisia. Tavoitteena edistää liiketoimintaa Suomen ja kehitysmaiden välillä.
Finnfund	Finnfund on kehitysrahoittaja ja vaikutavuussijoittaja. Finnfundin rahoittamat hankkeet ovat toimivia tai perustamisvaiheessa olevia yhtiöitä, joiden toiminta edistää kehitysmaiden kestävästä kehitystä.
FCA Investments	FCA Investments on Kirkon Ulkomaanavun (KUA) omistama yhtiö. FCA Investments sijoittaa lupaavaan yritystoimintaan kehitysmaissa

3 Aurinkoenergia

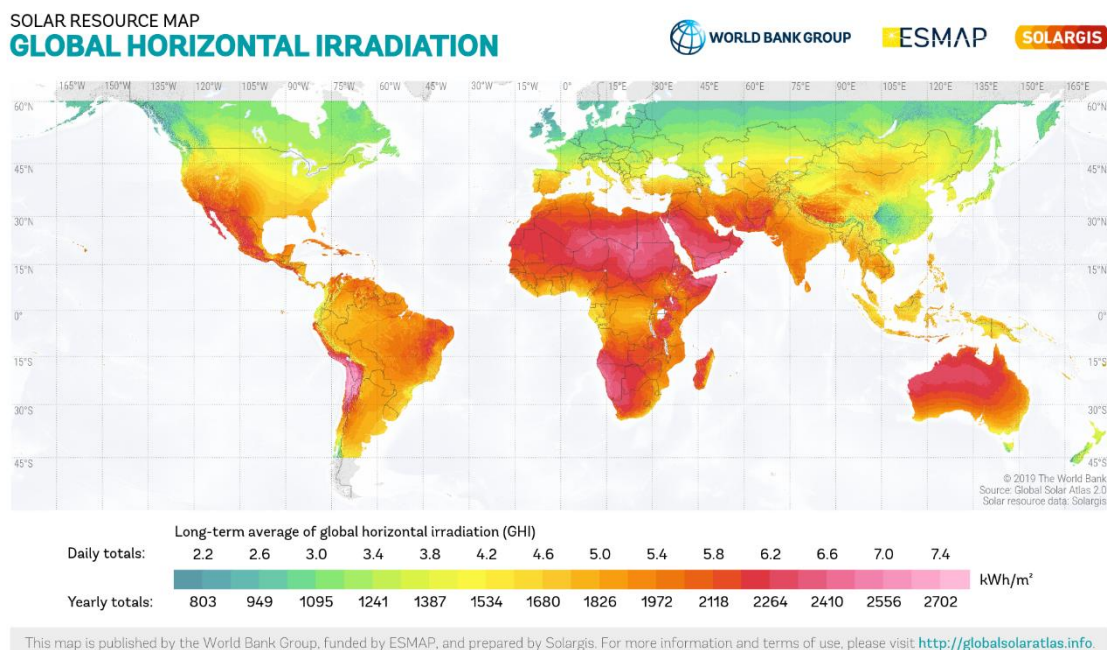
3.1 Aurinko energianlähteenä

Lähtökohtaisesti lähes kaikki ihmisten käyttämä energia on auringosta. Auringon suoran säteilyn lisäksi tuulivoima, vesivoima, aaltoenergia ja myös kasvien bioenergia ovat auringon tuottamia. Jopa fossiiliset polttoaineet, öljy, kivihiili ja maakaasu ovat muodostuneet aurinkoenergian tuottamista kasvien jäänteistä miljoonien vuosien kuluessa. [18, s.8]

Aurinko lasketaan uusiutuvaksi energianlähteeksi, sillä sen teho ei heikkene, vaikka siitä saatua energiaa käytettäisiin. Tosiasiassa aurinko ei ole uusiutuva, sillä sekin ns. sammuu jonain päivänä, mutta tämä tapahtuu niin monen miljardin vuoden päästä, ettei ihmiskunnan tarvitse miettiä sitä vielä pitkään aikaan. [19. s. 16]

Auringon energiasta riittää moninkertaisesti se, mitä maapallolla tarvitaan; sitä on väitetty riittävän jopa 6000 maapallolle. Toisin sanoen, jos saisimme kaiken auringon maanpinnalle säteilevän energian talteen sillä kattaisi maapallon energiankulutuksen yli 6000-kertaisesti. [18, s. 8]

Vaikkakin lähes kaikki käyttämämme energia on auringosta peräisin, silti aurinkoenergiasta puhuttaessa puhutaan yleensä auringon säteilystä tuotetusta energiasta ja sähköstä. Auringon säteilyenergiasta voi tuottaa sähköä suoraan aurinkokennoilla, tai epäsuorasti kohdistamalla auringon säteitä peileillä ja linseillä tuottamaan höyryä. [18, s. 8.] Auringon säteilyenergian määrä vaihtelee eri puolilla maapalloa. Esimerkiksi Suomessa säteilyenergian määrä on noin 1000 kWh/m² vuodessa, mutta Somaliassa aurinkoenergian säteilyn määrä on vuodessa 2200 kWh/m², kuten kuvassa 2 näkyy.



Kuva 2. Auringon säteilyenergia ympäri maapalloa. [20.]

3.2 Aurinkosähköjärjestelmän komponentit

Aurinkojärjestelmät voidaan jakaa kahteen luokkaan: Sähköjaketuverkkoon liitetty järjestelmä (On-Grid) ja itsenäisessä saarekekäytössä oleva eli ei sähköjaketuverkkoon liitetty järjestelmä (Off-Grid).

Suomessa aurinkosähköjärjestelmät ovat pääosin sähköverkkoon kytkettyjä järjestelmiä. Tämä tarkoittaa, ettei järjestelmissä ole akustoa. Verkkoon liitetyn järjestelmän etu on, että tuotettu sähkö käytetään ja ylijäämä myydään eteenpäin verkkoon. Aurinkosähköjärjestelmät eivät itsessään ole erityisen monimutkainen systeemi. Pääosassa on kaksi komponenttia: paneelit ja vaihtosuuntaaja eli invertteri. Näiden lisäksi järjestelmässä voi olla akusto, tasasähkö- (DC) ja vaihtosähkökaapelointi (AC), erotuskytkimet, sähkökeskus, johon järjestelmä liitetään, ja kaksisuuntaiseen mittaukseen kykenevä sähkömittari. [21.]

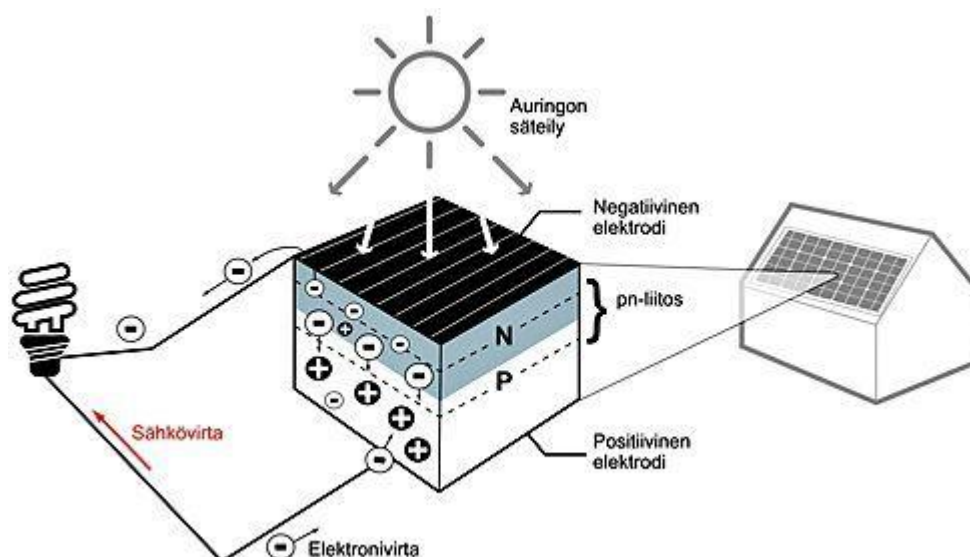
3.2.1 Aurinkosähköpaneelit

Aurinkopaneeleissa on monta sarjaan kytkettyä aurinkokennoa. Aurinkokennot taas sisältävät kaksi tasaista puolijohdekerrosta, jotka erottaa rajapinta. Rajapinnan toisella puolella on n-tyyppistä puolijohdetta ja toisella puolella on p-tyyppistä puolijohdetta.

Puolijohteet voidaan määritellä yksinkertaisesti niin, että ne johdattavat sähköä paremmin kuin eristeet, mutta huonommin kuin metallit. Aurinkokennoissa käytettävät puolijohdemetallit ovat saostettuja puolijohteita. n-tyypin puolijohteeseen on saostettu alkuainetta, jolla on enemmän elektroneja, kuin puolijohteen muilla atomeilla. p-tyypin puolijohteeseen taas on saostettu ainetta, jolla on vähemmän elektroneja kuin muilla puolijohteen atomeilla.

Puolijohteet vierekkäin asetettaessa n-puolen ylimääräiset elektronit kulkeutuvat p-puolen aukkoihin. Elektronien liikkuaessa n-puolelta p-puolelle syntyy n-puolijohteeseen positiivinen varaus ja p-puolijohteeseen negatiivinen varaus. Elektronit siis kuljettavat negatiivisen varauksen ja siitä muodostuvat aukot toimivat positiivisen varauksen kuljettajina. Näiden puolijohteiden sähkönjohtavuus perustuu siis vapaiden elektronien ja aukkojen liikkeeseen.

Aurinkosähköä tuotetaan hyödyntämällä auringon säteilyenergiaa. Auringon säteilyssä on fotoneita, eli valohiukkasia, jotka kuljettavat säteilyenergiaa. Fotonien osuessa aurinkokennoon ne luovuttavat energiansa kennossa olevan materiaalin elektroneille. Fotoneilta saatu energia muodostaa elektroneissa sähkövirran kennojen virtajohtimiin. Aurinkokennoista saatu sähkö ei ole kotitaloudessa käytettävää vaihtosähköä, vaan tähän tarvitaan tasasähköä, joko invertteri muuntaamaan se vaihtosähköksi, tai se voidaan varastoida akkuihin, joista sitä voi käyttää tasa- tai vaihtosähköä. [18. s.30] Kuvassa 3 näkyy aurinkokennon rakenne.



Kuva 3. Aurinkosähkökennon toimintaperiaate. [22]

3.2.2 Invertterit

Invertterillä eli vaihtosuuntaajalla on monta nimeä kuten verkkoinvertteri, muuttaja tai saksalaisittain Wechselrichter. Monesta nimestä huolimatta puhutaan samasta laitteesta. Vaihtosuuntaajan tehtävänä on muuttaa aurinkopaneelien tuottama tasasähkö verkkoon kuluttajan käyttämäksi vaihtosähköksi, joka saadaan suoraan käyttöön ja ylijäämä jakeluverkkoon. Inverttereiden tärkein ominaisuus on hyvä hyötysuhde, sataa prosenttia ei kyetä muuntamaan tasasähköstä vaihtosähköksi, mutta inverttereiden tulisi omata yli 96 %:n hyötysuhde. Katoava osa muuttuu hukkalämmöksi prosessissa. Inverttereitä on eritehoisia ja on tärkeää, että invertteri on mitoitettu oikein aurinkovoimalan koon mukaan. [23.]

3.2.3 Akut

Akku on sähkökemiallinen energiavarasto. Se koostuu kahden elektrodin, anodin ja katodin muodostamasta sähköparista. Elektrodien välissä on nestemäinen tai geelimäinen elektrolyytti. Isompi akusto koostuu useasta komponentista. Akkukenoista kootaan akkumoduulit ja akkumoduuleista taas akkupaketti, eli akusto. Akuston ympärille rakennetaan sitä tukevat komponentit: BMS –

akunvalvontajärjestelmä, kytkentäpisteet, suojakotelo ja mahdollinen jäähdytys. [24.] Laajan sähköverkoston puuttuessa Somaliassa tarvitaan suuria akustoja, mutta ongelmana on näiden vaatima säilytystila. Säilytystilan tulisi olla viileä, palo- ja räjähdysturvallinen. [37]

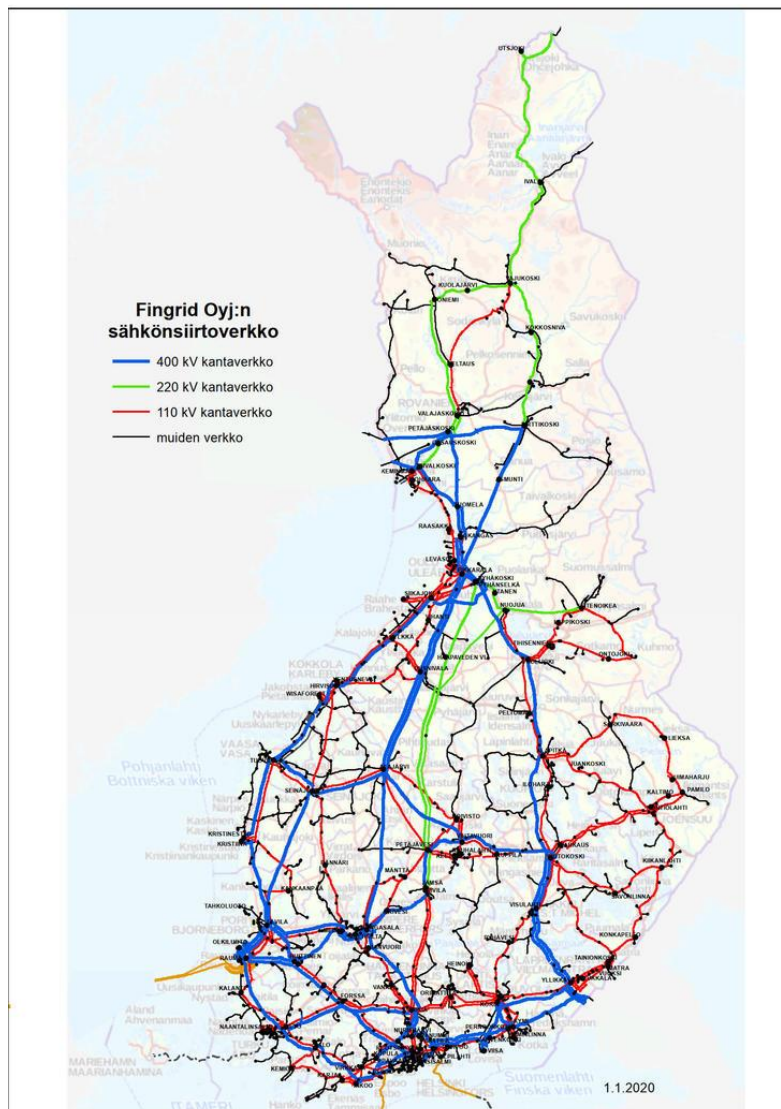
Akun varauskapasiteetti mitataan ampeeritunteina (Ah). Akkuja pyritään kehittämään siten, että niillä olisi mahdollisimman iso varauskapasiteetti, nopea akun ladattavuus, pieni koko, turvallisuus, materiaalitehokkus ja sen eliniän tulisi olla useita vuosia. [25. s. 41]

3.2.4 Sähköverkko

Suomen sähköjakeluverkostoa alettiin kehittää jo lähes sata vuotta sitten. Vaikka Suomessa on nykyään yksi pääsääntöisesti julkisomisteinen yritys, joka hallitsee kantaverkkoa, näin ei ole aina ollut. Yksityisten yritysten verkostot yhdistettiin yhden yhtiön alle Suomen valtion ostaessa nämä verkostot vuonna 1997.

Nykyään sähköverkosto Suomessa rakentuu kantaverkosta, suurjännitteisistä jakeluverkoista, sekä jakeluverkoista. Kantaverkkoa käytetään silloin, kun siirron välimatkat ovat pitkiä ja siirtotehon täytyy myös olla suuri. Jännitteet ovat kantaverkossa korkeat, jotta saadaan minimoitua siirtohäviöt. Jännitteitä on 400 kV, 220 kV ja 110 kV. Kantaverkosta jatkuvat suurjännitteiset jakeluverkot, joita voidaan käyttää esimerkiksi maakunnan sähköjakelussa ja toimivat 110 kV jännitteessä. Sitten on vielä jakeluverkot, jotka voivat liittyä joko, kantaverkkoon tai suurijännitteiseen jakeluverkkoon, nämä jakeluverkot toimivat 20 kV, 10 kV, 1 kV, tai 0,4 kV:n jännitteellä.

Suomen kantaverkon omistaa Fingrid Oyj. Kotitalouksien sähkö tulee jakeluverkoista, mutta isommat kuluttajat, kuten teollisuus, kaupat ja maatalous voivat liittyä mihin tahansa kolmesta verkkotyypistä. Myös omia pieniä sähkölaitoksia, kuten aurinkovoimaloita voidaan liittää mihin tahansa verkkoon. [26.] Kuvassa 4 esitetään Suomen tämänhetkinen sähkönsiirtoverkko.



Kuva 4. Suomen tämänhetkinen sähkönsiirtoverkko. [27]

3.3 Aurinkovoimalat

Aurinkovoimaloita voidaan toteuttaa erikokoisina. Pienimmät ratkaisut ovat yksittäisille laitteille suunnattuja, kuten kännykän lataukseen, valoon ja vesipumpuihin tarkoitettuja laitteita. Näitä pieniä laitteita ladataan Pico Solar -järjestelmillä, jotka ovat halvempia kuin suuret paneelit ja tuottavat juuri muutaman watin tehoa. Näistä järjestelmistä on tullut käytännöllinen tapa ladata laitteita muun muassa alueilla, joilla ei ole pääsyä sähköverkkoon. [28.]

Kotitalouksille tarkoitetut aurinkovoimalat eivät toimi Pico -järjestelmillä, vaan ne tarvitsevat isommat aurinkopaneelit. Suomessa tyypillinen pienkotitaloudelle tarjottava voimala on kokoluokaltaan 5 kWp. [29] Suomessa aurinkovoimalat asennetaan yksittäisten kiinteistöjen katoille ja järjestelmä liitetään invertterin kautta sähköverkkoon. Kun paneelit tuottavat enemmän kuin talous kuluttaa, ylijäämä-sähkö myydään jakeluverkkoon. [30.]

Aurinkovoimapuistoja on rakennettu erikokoisia. On puistoja, jotka tuottavat sähköä yksittäisille logistiikka-alueille ja on puistoja, jotka tuottavat sähköä sadoille tuhansille kotitalouksille. [31] Yksi maailman suurimmista aurinkopaneelipuistoista on vuonna 2020 valmistunut Bhadla Solar Park Intiassa. Tämän aurinkopuiston kapasiteetti on 2 245 MW. [32] Noor Power Plant Marokossa on maailman suurin keskitettävää aurinkovoimaa käyttävä laitos. Ero keskitettävää voimaa käyttävällä laitoksella ja aurinkopaneelipuistolla on se, että ensimmäisessä auringon säteilystä ei tehdä suoraan sähköä, vaan säteily keskitetään pelleillä kuumentamaan nestettä. Neste pyörittää turbiinia ja sähkögeneraattoria. Tällaiset laitokset ovat rakennuskustannuksiltaan kalliimpia, mutta niiden etuna on energian varastointimahdollisuus yöksi ja pilvisille päiville. [33.]

Afrikan suurimmat aurinkopaneelipuistot ovat kooltaan 75 MW – 1,8 GW. Suurimmat on esitelty taulukossa 2.

Taulukko 2. Afrikan suurimmat aurinkopaneelipuistot [34]

Sijainti	Nimi	Kapasiteetti
Kimberly, Etelä-Afrikka	Lesedi Solar PV Project	75 MW
Kimberly, Etelä-Afrikka	Jasper Solar Power Project	96 MW
Pofadder, Etelä-Afrikka	Xina Solar One	100 MW
De Aar, Etelä-Afrikka	Solar Capital De Aar	175 MW
Benban, Egypti	Benban Solar Project	1.8 GW

4 Aurinkosähkö Somaliassa

Somalia on ideaali valtio aurinkoenergian tuottamiseen. Sijainti päiväntasaajalla takaa vuorokaudessa 12 tuntia valoa ympäri vuoden. Somalian ympärivuotinen keskilämpötila on 27 °C, eli todella lähellä aurinkopaneelien ideaalilämpötilaa 25 °C. Maaperä on pääosin tasaista kuivaa aavikkoa ja savannia, joten varjostavia puita on erittäin vähän. Säteilyenergianmäärä on Somaliassa 2,200 kWh/m², joka on yli kaksinkertainen Suomeen verrattuna. [35.]

Mogadishussa aurinkosähkön määrä energiantuotannosta on vain 5 %, vaikka luonnon olosuhteilla mahdollisuudet ovat valtavan paljon suuremmat. Somalian

koko sähköntuotannosta valtio ei omista mitään, joten valtio ei sitä myöskään rahoita. Tämän vuoksi Somaliassa on paljon yksityisen sektorin pieniä sähköntuottajia. Etuna näissä yksityisen sektorin palveluntarjoajissa on se, että Somalian sähkö on luotettavaa ja vikatilat korjataan nopeasti, sillä palveluntarjoajat pelkäävät asiakkaiden menettämistä. Sähköntuottajien kilpailu ajaa tarjoajat tilanteeseen, jossa parhaan hinnan saamiseksi on pakko miettiä muita tuotantokeinoja, kuin diesel ja tässä kilpailussa aurinkosähkö on kannattava vaihtoehto. [36, 37.] Haastateltava projekti-insinööri kertoi Somalian sähkö on toimintavarmempaa, kuin esimerkiksi Keniassa, koska palveluntarjoajat eivät voi menettää asiakkaita epävarman sähköntuotannon vuoksi.

Toinen haastateltavista arvioi suurimmiksi aurinkosähkön vähyyden syiksi ”tiedon puutteen, investointien puutteen ja valtion roolin puuttumisen”. Tähän alkaa tulla pikkuhiljaa, muutosta kun yksityiset sähköntuottajat investoivat suuriin aurinkopaneelipuistoihin ja toisaalta monet yrittäjät investoivat omiin aurinkosähköjärjestelmiin ja siten pyrkivät kattamaan oman kulutuksensa. Sähköntuottajia Somaliassa on paljon, mutta aurinkosähköjärjestelmien asentajia ei ole monta ja usein suuret sopimukset kuten aurinkopaneelipuistojen rakentamissopimukset ulkoistetaan ulkomaalaisille yrityksille. Työnjohto ja suunnittelu tulevat ulkomailta ja asentajat ovat paikallisia. [36, 37.] Kuvassa 5 rakennetaan

aurinkosähköpuistoa Mogadishun ulkopuolelle. Intialainen yritys toteuttaa hankkeen alusta loppuun, siten että se myyvät paneelit, suunnittelevat ja ohjaavat toteutuksen.



Kuva 5. Aurinkosähköpuistoa rakennetaan Mogadishun ulkopuolelle.

Tällä hetkellä sähköntuotannon vakauden varmistamiseksi aurinkopaneelipuistoissa on myös dieselgeneraattorit, jotka tuottavat sähköä vuorokauden ympäri. Esimerkiksi vierailussa aurinkosähköpuistossa oli 12 dieselgeneraattoria, joiden teho on 700kW. Haastattelun aikana valvontaohjelmasta tarkastetuista tilastoista näkyi dieselgeneraattorien tuottavan yli puolet koko aurinkosähköpuiston tuottamasta sähköstä. Kuvassa 6 näkyy aurinkosähköpuiston dieselgeneraattori.



Kuva 6. Somalian aurinkosähköpuiston dieselgeneraattori.

Aurinkopaneelipuiston dieselgeneraattorit sijaitsevat konteissa. Konteissa myös sijaitsee invertterit aurinkopaneeleille, sekä muuntajat dieselgeneraattoreille. Kyseiset kontit näkyvät kuvassa 7.



Kuva 7. Kuvassa aurinkosähköpuiston paneeleita ja taustalla näkyy kontteja, joissa sijaitsee inverttereitä ja dieselgeneraattoreita.

Aurinkopaneelit eivät vaadi juuri huoltoa, ellei paneeleihin ole pinttynyt likaa tai jokin peitä paneelien pintaa, mikä estää paneelien sähkön tuotannon. Tärkein osa huoltoa Somaliassa on paneelien säännöllinen puhdistus, kuivan aavikko-maisen maaston takia paneelien päälle kerääntyy hiekkaa, joka täytyy lakaista pois. Kuvassa 8 näkyy aurinkopaneeleita, joiden päälle hiekka kerääntyy.



Kuva 8. Kuva Mogadishun ulkopuolelta aurinkosähköpuistosta, sekä puiston hallintakeskuksesta.

Kuten aiemmin todettiin, Somaliassa ei ole kantaverkkojärjestelmää tai laajoja korkeajännitteisiä jakeluverkkoja. Vuonna 2022 Mogadishussa on kaksi korkeajänniteverkkoa, jotka ovat toimivat 11 kV:n ja 33 kV:n jännitteellä. 11 kV:n verkko on 15 kilometriä pitkä ja 33 kV:n on vajaa 30 kilometriä pitkä. Näihin verkkoihin yhdistyvät asuinalueiden pienet verkot. Sen lisäksi ympäri kaupunkia on dieselgeneraattoreilla toimivia sähkölaitoksia, jotka tuottavat alueen sähköt.

Mogadishun sähköverkot eivät ole kaikki yhteydessä toisiinsa, sillä on todettu järkevämmäksi vaihtoehdoksi pitää pieniä asuinaluekohtaisia verkkoja. Tämä suojaa sähkön saatavuuden, jos pommi-isku osuu johonkin osaan jakeluverkkoa.

Mogadishussa terroriteot ovat vähentyneet huomattavasti viimeisten vuosien aikana, mutta Al-Shabaab-terrorijärjestö pyrkii horjuttamaan turvallisuutta alueella edelleen näillä iskuilla. [36.]

5 Loppupäätelmät

Tämä insinööri työ sai alkunsa kesällä 2021 suoritettua työharjoittelusta ProPower Energy Oy:n alaisena. Tarkoituksena oli selvittää, millaiset markkinat Itä-Afrikka tarjoaa suomalaisille aurinkoenergiayrityksille. Aineisto on kerätty teoreettisten lähteiden perusteella, sekä case-tutkimuksella Somalian pääkaupungissa Mogadishussa.

Somaliassa puuttuu lähes täysin aurinkovoimaloiden suunnittelua tarjoavat yritykset. Tällä hetkellä auringosta saatava sähkö kattaa vain 5 % kokonaistuotannosta Mogadishussa, joten mahdollisuudet päästä markkinoille ovat suuret.

Toimintaympäristö saattaa olla ulkopuoliselle vaikea hahmottaa. Vaikka byrokraatia on tällä hetkellä vähäistä, hallintojärjestelmä kehittyi melko nopeasti ja toiminnan lupajärjestelmät, säätely ja verotus voivat muuttua. Vähäinen byrokraatia voi houkuttaa ja toisaalta nopea kehitys saattaa mahdollistaa vaikuttamisen energia-sektorin kehittämiseen ja säätelyyn.

Yhtenä vartenotettavana rahoitusmahdollisuutena ovat aiemmin mainitut suomalaiset organisaatiot, kuten Business Finland, Finnfund ja FCA Investments. Ne tukevat kehittyvissä maissa erilaisia kehittämisprojekteja. Niiden rahoittamissa kehittämisprojekteissa voisi olla mielenkiintoista työskennellä, sillä niiden kautta voi päästä vaikuttamaan laajemminkin aurinkoenergiasektorin kehittämiseen Somaliassa.

Kokonaisuudessaan Somalia, kuten muutkin kehittyvät maat on mielenkiintoinen toimintaympäristö. Aurinkoenergialla on siellä valtavat mahdollisuudet, mutta sitä hyödynnetään vasta pienissä määrin. Aurinkoenergiasektorin kasvattamisella olisi suuri merkitys kestävä kehityksen edistämässä.

Pienilläkin yrityksillä on Somaliassa mahdollisuudet kasvuun ja koko energiasektorin kehittämiseen valtakunnallisella tasolla.

Koska Somalian sähkön hinta perustuu tällä hetkellä dieselin hintaan, sähkö on tällä hetkellä erittäin kallista. Tämän vuoksi aurinkoenergian edullisuus luo mahdollisuudet hyvään katteeseen.

Ongelmana on Somalian hajanainen sähkönjakeluverkosto, joka ei mahdollista ylijäämänsähkön myyntiä eteenpäin verkkoon. Tämän vuoksi tarvitaan kalliita akustoja, jotta aurinkosähköstä saadaan maksimihyöty kuluttajalle.

Somalian ympärivuotinen aurinko mahdollistaa aurinkoenergian tuotannon, mutta se myös hankaloittaa akkujen toimintaa. Akkujen tulisi olla viileässä paloturvallisessa tilassa, lämpimässä ilmastossa ja tällaisten tilojen pelkkä ylläpito on jo kallista.

Vaikka sisällissota on loppunut jo yli 10 vuotta sitten, osissa Somaliaa on turvallisuustilanne vielä huono. Pääkaupungissa Mogadishussa on Al-Shabaab-terroristijärjestön pommi-iskuja muutamia kertoja vuodessa. Mogadishua on rakennettu viimeisen kymmenen vuoden aikana voimakkaasti ja siellä toimii paljon kansainvälisiä yrityksiä ja kaupungin sisällä on erilaisten turvajärjestelyjen avulla onnistuttu turvaamaan tiettyjä asuinalueita kaikille turvallisiksi niin sanotuksi ”Green-Zone” -alueiksi. Vaikka Suomen Ulkoministeriö kehottaa välttämään Somaliaan matkustamista, on siellä paljon suomensomaleita, sekä yleensä länsimaisia, ei-somalitaustaisia yrittäjiä. Somaliassa vierailun jälkeen on moni yrittäjä pitänyt Somaliaa riittävän turvallisena toimintaympäristönä.

Yksinkertaisempia ja pienempiä investointeja vaatii yksittäisten kiinteistöjen tai kotitalouksien aurinkovoimalat. Pidemmällä tähtäimellä ja suuremmalla investoinnilla on mahdollista rakentaa aurinkopaneelipuistoja, joiden tuottamaa sähköä myydään sitten kuluttajille. Tällä hetkellä, kun ei ole olemassa suuria jakeluverkostoja, on toimivampaa rakentaa aurinkovoimaloita yksittäisiin kiinteistöihin, tai

kiinteistökomplekseihin. Yhteistyökumppaneita ja asiakkaita ovat rakennusyhtiöt, teollisuusyritykset, hotellit ja logistiikkayritykset.

Somalialainen kulttuuri on hyvin yhteisöllinen. Myös yritys yhteistyö pohjautuu pitkälti omaan sosiaaliseen asemaan. Ensimmäiset tärkeät yhteistyökumppanit ja asiakkaat löytyvät omasta lähipiiristä. Usein tarvitaan paikallinen takuuhenkilö tai suosittelija, jotta on uskottava yritysneuvotteluissa.

Tämän opinnäytetyön myötä tutustuin tarkemmin toisen kotimaani toimintaympäristöön ja energiasektorin avainasemissa oleviin henkilöihin. Työtä oli äärimmäisen mielenkiintoista toteuttaa ja se tarjosi mahdollisuuden tulevaisuuden suunnitteluun. Omasta näkökulmastani katsottuna on Somalia valtaviin mahdollisuuksien maa aurinkoenergiasektorilla. Maan energiasektorin pirstaleisuudesta johtuen pienemmän mittakaavan aurinkovoimalat tuntuvat ainakin alkuun järkevämmältä toteuttamistavalta yritykselle. Omista verkostoista ja kielitaustasta johtuen toimintaympäristö tuntuu suhteellisen turvalliselta, mutta tosiasiasa jokaisen tulisi itse harkita ja tiedostaa riskit. Näkisin että suomalaisella yrityksellä tulisi olla somalialaistaustainen yhteistyökumppani Somaliassa toimintaa varten. Sosiaalisen verkoston ja teknisen osaamisen yhteistyö on menestyvä kombinaatio kehittyvän maan yrityselämässä.

Lähteet

- 1 Lewis I. Somalia. <<https://www.britannica.com/place/Somalia>> Luettu 3.1.2022
- 2 Kovanen I. 2012. Toivo palasi Mogadishuun <<https://www.hs.fi/ulko-maat/art-2000004861994.html>> Luettu 3.1.2022
- 3 Harper, M. 2020, Somalia conflict: Al-Shabab 'collects more revenue than government'. <<https://www.bbc.com/news/world-africa-54690561>> Luettu 3.1.2022
- 4 Mark, J. 2011. Punt. <<https://www.worldhistory.org/punt/>> Luettu 3.1.2022
- 5 Suomen somalialaisten liitto. Somalian historia. <<https://somaliliitto.fi/somalikulttuuri/historia/>> Luettu 5.1.2022
- 6 History World. History of Somalia. <<http://www.historyworld.net/wrld-his/PlainTextHistories.asp?historyid=ad20>> Luettu 5.1.2022
- 7 Al-Jazeera Somalia's regional leaders urge end to power struggle. 2021. <<https://www.aljazeera.com/news/2021/9/17/somalias-regional-leaders-urge-end-to-power-struggle>> Luettu 5.1.2022
- 8 Suomi-Somalia Seura. Perustietoa. <<https://suomisomaliaseura.fi/perustieto/>> Luettu 5.1.2022
- 9 Italian Institute for Political Studies. Somalia, States and Regions. Verkkoaineisto. <<https://www.ispionline.it/en/pubblicazione/somalia-states-and-regions-30387>>
- 10 Port of Mogadishu. Company Profile. <<http://www.portofmogadishu.com/en/company/>> Luettu 22.4.2022
- 11 VICE News. 2020. Somalia's Fight to Rebuild After War <<https://www.youtube.com/watch?v=BSP3TyVaTJw>> Katsottu 9.1.2022
- 12 Mikkonen M. 2019. Kolmekymppiset suomen-somalialaiset perustivat yrityksen levottomaan Somaliaan – koneiden saaminen satamasta kesti kolme kuukautta, ja turva-miehiä oli pakko palkata <<https://www.hs.fi/ulko-maat/art-2000005996177.html>> Luettu 5.1.2022

- 13 Norman J. 2020. <<https://blogs.lse.ac.uk/crp/2020/08/27/private-military-and-security-companies-in-somalia/>> Luettu 9.1.2022
- 14 Sykkö J. Yusuf M. Adam A. 2019. GUIDEBOOK INVESTMENT & FINANCING IN SOMALIA <https://finnpartnership.fi/wp-content/uploads/2019/05/Somalia_guidebook_final_web.pdf> Luettu 9.1.2022
- 15 Somalia. National Development Plan 2020-2024. 2019. Luettu 9.1.2022
- 16 The World Factbook. 2022. <[Somaliahttps://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/somalia/](https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/somalia/)> Luettu 9.1.2022
- 17 Sheikh A. Hussein A. 2020. Choking on diesel costs, Somali firm turns to solar for cheaper power | Reuters Luettu 9.1.2022
- 18 Perälä R. 2017. Aurinkosähköä. Alfamer: 2017.
- 19 Wilkins M. 2012. Aurinkovoima. Perhemediat Oy: 2012
- 20 Map. Global Solar Atlas. Verkkoaineisto. <<https://globalsolaratlas.info/map>>
- 21 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Aurinkosähköjärjestelmät <<https://tu-kes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/aurinkosahkojarjestelmat>> Luettu 18.1.2022
- 22 Aurinkosähkö. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/aurinkosahkoteknologiat> Luettu 18.1.2022
- 23 Puro V. Invertteri <<https://www.aurinkovirta.fi/aurinkosahko/aurinkovoimala/invertteri/>> Luettu 18.1.2022
- 24 Motiva. 2020. Akut - Motiva Luettu 18.1.2022
- 25 Bielewski M. 2021. Analysis of sustainability criteria for lithium-ion batteries including related standards and regulations. s 41. <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cb6b63eb-7268-11eb-9ac9-01aa75ed71a1/language-en>> Luettu 17.3.2022
- 26 Energiateollisuus. Sähköverkot. <<https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/sahkoverkot>> Luettu 20.1.2022
- 27 Sähkönsiirtoverkko. Verkkoaineisto. Fingrid. <<https://www.fingrid.fi/kanta-verkko/sahkonsiirto/fingridin-sahkonsiirtoverkko/>>

- 28 Pico Solar Systems. Verkkoaineisto. Alternative Energy. <<https://www.alternative-energy-tutorials.com/solar-power/pico-solar-systems.html>> Luettu 17.3.2022
- 29 Uusiutuva energia. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelmien_hinta>. Luettu 17.3.2022.
- 30 ProPower Energy Oy. Paketit. Verkkoaineisto. <<https://propower.fi/kotilous/paketit>> luettu 17.3.2022
- 31 S-Ryhmä. Verkkoaineisto. <<https://s-ryhma.fi/uutinen/s-ryhma-aurinkosahkon-ykkonen-suurtuotanto-jo-selv/4owVZajxLnVQjTjrxwBCy>> Luettu 17.3.2022
- 32 Sanjay P. 2020 With 2,245 MW of Commissioned Solar Projects, Worlds Largest Solar Park is Now at Bhadla. <<https://mercomindia.com/world-largest-solar-park-bhadla/>> Luettu 16.3.2022
- 33 Ulkoministeriö. Verkkoaineisto. <https://um.fi/edustustojen-raportit/-/asset_publisher/W41AhLdTjdag/content/marokko-matkalla-uusiutuvan-energian-suurvallaksi/384951> Luettu 16.3.2022
- 34 Goosen M. Top 10 Solar Power Plants in Africa. <<https://energycapitalpower.com/top-10-solar-power-plants-in-africa/>> Luettu 17.3.2022
- 35 US Aid. 2022. Somalia <<https://www.usaid.gov/powerafrica/where-work/somalia>> Luettu 25.1.2022
- 36 Projekti-insinööri. 2022. Sähköntuotantoyrityksessä Mogadishussa Keskustelu 10.2.2022
- 37 Toimitusjohtaja. 2022. Aurinkovoimaloita asentavan yrityksen omistaja Mogadishussa. Keskustelu 13.2.2022