

Tomi Valli

AURINKOENERGIAJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA
TOTEUTTAMINEN UTU OY:LLE

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2012

AURINKOENERGIAJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTTAMINEN UTU OY:LLE

Valli, Tomi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2012
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 20
Liitteitä: 22

Asiasanat: aurinkoenergia, uusiutuva energianlähde, sähkön tuotto

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja toteuttaa aurinkosähköjärjestelmä UTU Oy:lle osana Green Projectia.

Opinnäytetyön aluksi kerrotaan miten aurinkoa voidaan nykyaikana käyttää hyväksi sähköenergian tuotannossa sekä miten aurinkosähköjärjestelmät toimivat teoriassa ja mikä rooli niiden käyttäjällä on.

Suunnittelu vaiheessa selvitetään lyhyesti mitä piti ottaa huomioon aurinkosähköjärjestelmän suunnittelussa ja mitä ongelmia siinä voi tulla vastaan sekä sitä mikä helpotti järjestelmän rakentamista ja käyttöönottoa.

Lopputuloksesta tuli projektiin osallistuneiden mielestä kiitettävä. Ongelmia ei juurikaan esiintynyt ja energiaa paneelit tuottivat kiitettävän määrän.

DESIGNING AND EXECUTING SOLAR ENERGY SYSTEM FOR UTU OY

Valli, Tomi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

December 2012

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 20

Appendices: 22

Keywords: solar energy, renewable energy, producing energy

The purpose of this thesis was to design and execute photovoltaic system for UTU OY as a part of Green Project.

First we take a look how to take advantage of the suns radiation and how to turn it into electricity. The theory of the photovoltaic system is described as well as the role of the end user.

In this thesis the designing photovoltaic systems is presented and the possible problems that may occur but also the aspects that make the designing and the implementation easier.

As result it can be noted that everyone who took part in this project agreed that it went very well. There was nearly nothing that went wrong and panels produce energy quite well.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	AURINKOSÄHKÖ JA SEN TUOTTAMINEN	6
2.1	Aurinkosähkö	6
2.2	Aurinkosähköpaneelit	6
2.3	Mikrotuotanto	7
3	AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELUN VAIHEET	8
3.1	Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu	8
3.2	Aurinkosähköjärjestelmän hyväksyntä	8
3.3	Sähkösuunnitelma	9
3.4	Sähkökeskuksen suunnittelu	9
3.4.1	Ryhmäkeskus	10
3.4.2	Jakokeskus	11
3.5	Kaapelointi	11
3.6	Vaihtosuuntaaja	13
3.7	Aurinkopaneelit	14
4	AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS	15
4.1	Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu	15
4.2	Aurinkosähköjärjestelmäsuunnitelmat	17
4.3	Aurinkosähköjärjestelmän toteutus	18
5	YHTEENVETO	19
	LÄHTEET	20
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Aurinkoenergiajärjestelmät voidaan jakaa kahteen eri käyttötarkoitukseen: lämmön tuottamiseen ja sähköenergian tuottamiseen. Tässä opinnäytetyössä käsitellään sähköenergian tuottamista aurinkopaneeleilla suoraan UTU Oy:n tehtaan käyttöön.

Nykytekniikalla on mahdollista varata auringosta saatava sähköenergia akustoon, jolloin sähkökatkosten aikana voidaan käyttää tärkeitä laitteita kuten valaistusta. Koska energiankulutus tehdaskulutuksessa on suurta, ei tälle varmennetulle sähkönsyötölle katsottu olevan tarvetta tässä vaiheessa.

Tulevaisuudessa aurinkoenergiajärjestelmät tulevat yleistymään sillä niiden käyttö on ympäristöystävällistä ja ne vähentävät fossiilisilla polttoaineilla tuotetun sähköenergian kulutusta. Työn tarkoituksena oli selvittää auringosta saatavan energian hyödyntämistä sekä mitä aurinkosähköjärjestelmän suunnittelussa ja toteuttamisessa pitää ottaa huomioon.

Tässä työssä käsitellään aurinkoenergialla tuotettua sähköenergiaa. Näin tuotettu energia nimitetään aurinkosähköenergiaksi.

2 AURINKOSÄHKÖ JA SEN TUOTTAMINEN

Yhteiskuntamme tulee kohtaamaan suuria haasteita 2000-luvulla. Energian kulutuksen on arvioitu kaksinkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä. Rajalliset fossiiliset polttoaineet pakottavat meidät etsimään uusia energianlähteitä, kuten aurinkoenergiaa. Auringon säteily on tärkeimpiä luonnollisia energianlähteitä, koska se ylläpitää kaikkia ympäristöömme liittyviä tapahtumia käynnissä./1/

2.1 Aurinkosähkö

Aurinkosähköpaneelit kehittävät sähköenergiaa auringosta. Mitä voimakkaampi on auringon säteily, sitä enemmän energiaa paneelit tuottavat. Aurinkosähköpaneelit jatkavat energian tuottamista pienissä määrin jopa varjossa. Käytännössä kaikenlainen hajasäteily paneeleihin tuottaa energiaa.

Useimmat aurinkosähköpaneelit tuottavat 14-18 voltin tasajännitteen, niiden ollessa kiinni kuormassa. Tämä mahdollistaa 12 voltin akuston lataamisen lataussäätimen avulla. Avoimessa virtapiirissä jännite saattaa olla huomattavasti korkeampi ja se tasaantuu käytettävälle tasolle, kun sen perään kytketään kuorma. Markkinoilla on olemassa myös korkeamman jännitteen tuottavia paneeleita.

Aurinkosähköpaneelit voidaan kytkeä yhdeksi ryhmäksi. Yhdistäessä monta paneelia toisiinsa, saadaan ne tuottamaan suurempaa jännitettä tai suurempaa virtaa. Paneelin kytkeminen sarjaan nostaa paneelien jännitettä. Kytkettäessä kaksi 24 voltin paneelia sarjaan, saadaan ne tuottamaan 48 voltin tasajännitettä. Paneelien kytkeminen rinnakkain pitää paneelien tuottaman jännitteen samana ja nostaa tuotettavaa virtaa.
/2/

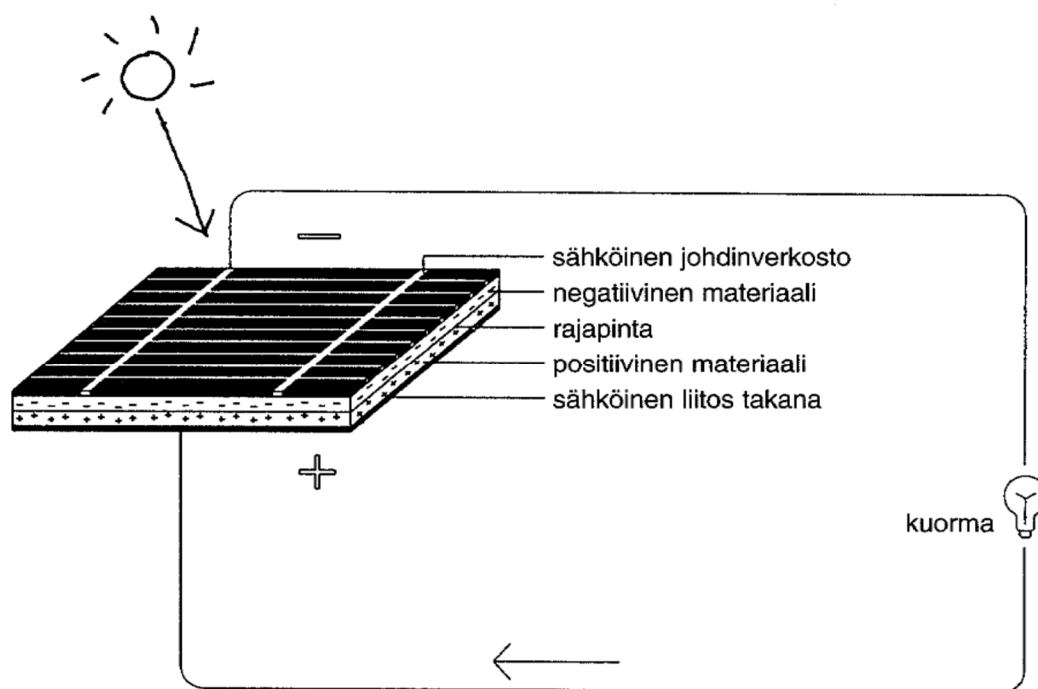
2.2 Aurinkosähköpaneelit

Aurinkosähköpaneelit valmistetaan puolijohdemateriaalista, yleisimmin piistä. Niissä on kaksi tasaista puolijohdekerrosta, joita erottaa rajapinta. Toinen kerroksista on n-tyyppinen puolijohde ja toinen p-tyyppinen puolijohde. Elektronit kasaantuvat

toiselle puolella ja jättävät toiselle puolelle aukkoja. Siten kennoon syntyy sisäinen sähkökenttä kerrosten yli.

Paneelien valmistukseen käytetään useita eri teknologioita. Tällä hetkellä yleisimmät niistä ovat yksikiteinen paneeli, amorfinen paneeli ja monikiteinen paneeli. Niissä jokaisessa on omat hyvät ja huonot puolensa. Yksikiteiset paneelit ovat tehokkaimpia, mutta kalliita valmistaa. Amorfiset paneelit ovat halpoja valmistaa, mutta vaativat ison tilan tuottaakseen energiaa. Monikiteiset paneelit ovat käytössä yleisimpiä. Niiden tuottama teho on hieman pienempi kuin yksikiteisen paneelin ja niiden valmistuskustannukset yksikiteisiin verrattuna pienempiä. /3/

Kuva 1. Aurinkopaneelin toimintaperiaate ja rakenne. /3/



2.3 Mikrotuotanto

Mikrotuotanto on sähköntuotantoa, joka on ensisijaisesti tarkoitettu kohteen omaan käyttöön ja verkkoon syöttäminen on satunnaista tai vähäistä. Ensisijainen motiivi tuotantolaitoksella ei siis ole verkkoon syöttäminen. Yksivaiheisen tuotannon koko rajoitus on 16A. Tämä siksi että liian suuri yksivaiheinen tuotanto aiheuttaa verkkoon epätasapainoa ja vaarantaa verkon vakauden.

Täten yksivaiheisen tuotantolaitoksen maksimiteho saa olla 3.7kVA ja kolmivaiheisen tuotantolaitoksen 11kVA. Mikrotuotantoa ovat siis lähinnä yksityisten kuluttajien ja pienyritysten hankkimat pienet sähköntuotantolaitokset, jotka on tarkoitettu liitettäväksi heidän omaan kulutuskohteeseen./4/

3 AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELUN VAIHEET

3.1 Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu

Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu aloitetaan siitä, mitä järjestelmällä on tarkoitus syöttää. Tässä tapauksessa, tarkoituksena oli rakentaa tehon tuotoltaan suurin mahdollinen mikrotuotantolaitos. Tämä syöttäisi sähköä suoraan UTU Oy:n verkkoon. Tätä varten paneelien tuottama tasajännite piti muuttua vaihtojännitteeksi sekä tahdistaa verkkoon, jolloin se ei vaaranna valtakunnan verkon luotettavuutta.

Suurin osa aurinkopaneelijärjestelmistä asennetaan rakennusten katolle. Koska Suomen olosuhteissa optimaalisin asennuskulma aurinkopaneelille sähkön tuoton kannalta kesäisin on 45 astetta, päädyttiin samaan asennustapaan.

3.2 Aurinkosähköjärjestelmän hyväksyntä

Järjestelmän asentamista varten tarvitaan lupa niin järjestelmän rakentamiseen, kuin komponenttien käyttöön. Rakennuslupaa aurinkosähköjärjestelmälle haetaan kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta, jolle esitetään järjestelmän laskelmat ja asennuspaikka. Järjestelmä voidaan kytkeä verkkoon vain verkon haltijan luvalla ja tälle esitetään laskelmat järjestelmän tehoista, laitteiden tekniset tiedot, perustietolomake sekä sähkökuvat asennuksesta. On suotavaa että ennen laitteiden valintaa esitetään alustavat laskelmat järjestelmästä, jotta voidaan varmistaa niiden olevan EN 50 438 hyväksytyjä.

Liittäessä tuotantolaitosta jakeluverkkoon pitää verkkoyhtiön kanssa tehdä tuotannon liittymissopimus. Liittymissopimus allekirjoitetaan käyttöönottopöytäkirjan kanssa ja palautetaan verkkoyhtiölle. Verkkoyhtiö ei osta tuotettua sähkö vaan se myydään eteenpäin sähkönmyyntiyhtiölle ja siitä tehdään sähkönmyyntisopimus. /5/

3.3 Sähkösuunnitelma

Suunnitelma piirrettiin CADS-ohjelmalla, mukailen ST55.33 (2009) standardin mukaista aurinkosähköjärjestelmän piirustusta. Suunnitelmaa tehtäessä piti ottaa huomioon UTU Oy:n vanhat sähkösuunnitelmat ja niiden hyödyntäminen uudessa järjestelmässä, sekä yleiset standardit johdotukseen ja kytkentöihin liittyen. Hyvällä suunnitelmalla helpotetaan huomattavasti järjestelmän toteuttamista.

Sähkösuunnitelmaan kuuluu:

- Johdotuspiirustus
- Keskuspiirustus
- Keskuksen pääkaavio
- Mittauskuvat
- Tehon tuotto laskelma (suoritettiin valmistajan ohjelmalla)

3.4 Sähkökeskuksen suunnittelu

Sähkökeskus toimii sähköjärjestelmän kaapeleiden keräyspisteenä, josta ne saadaan jaettua niille kuuluviin kohteisiin. Keskuksen suunnittelemisessa pitää ottaa huomioon nimellisvirran mitoitus käyttötarpeen mukaan, johdonsuoja-automaattien mitoitus kuorman mukaan, vikavirtasuojien ja ylijännitesuojien tarve sekä muiden laitteiden tilan tarve. Keskuksessa on myös päämaadoituskisko johon kaikki suojaadoituksen tarvitsevat laitteet saadaan kytkettyä.

3.4.1 Ryhmäkeskus

Ryhmäkeskukseksi valittiin UTU ILVES -kehikkokeskus. Tästä saatiin tehtyä juuri sellaisen kuin tarve oli ja siihen saatiin riviliittimet asennusta helpottamaan. Keskus on varustettu kaikilla aurinkosähköjärjestelmään tarvittavilla komponenteilla: kuormankytkimillä, ylijännitesuojilla, johdonsuoja-automaateilla ja vikavirtasuojilla.

Keskukseen asennettiin lisäksi suora-energiamittari, jossa on väyläliitäntä tietojen lähettämistä varten sekä varattuna tilat ja riviliittimet tulevaisuudessa tapahtuvalle aurinkoenergiajärjestelmän laajentamiselle, noin 30kW suuruiseksi. Standardin ST 55.33 (2009) mukaan keskus varustettiin tasajännitepuolen sekä vaihtojännitepuolen erotuslaitteilla ja varoitusteksteillä mahdollisesta takajännitteestä.

Kuva 2.Ryhmäkeskus asennettuna



3.4.2 Jakokeskus

Jakokeskukseksi valittiin UTU AHMA kotelokeskus tämän sijainnin ja tilan vähyyden takia. Keskus sijoitettiin UTU Oy:n katolle ja tämän keskuksen tarkoitus oli vaihtaa maakaapelit solar kaapeleihin. Kotelokeskus on sateenpitävä ja varustettu sadelipalla, joka varmistaa keskuksen vedenpitävyyden. Keskuksen lisättiin tarvittavat liittimet tulevaa järjestelmän laajentamista varten.

Kuva 3.Jakokeskus asennettuna



3.5 Kaapelointi

Kaapelointia suunniteltaessa pitää ottaa huomioon standardin SFS6000 vaatimukset. Johdinten tulee kestää sitä pitkin kulkeva virta sekä jännite ja sen poikkipintaa määrittäessä pitää ottaa seuraavia asioita huomioon:

- johtimen mekaaninen rasitus
- jännitteen alenema pitkissä vedoissa
- oikosulku- ja jännitekestoisuus
- suurin sallittu kuormitettavuus

Suunnitelmassa pääkeskuksen ja ryhmäkeskuksen väliseksi kaapeliksi valittiin MMJ 5x10S. Kaapeli mitoitettiin keskusten yli 100 metrin välimatkan ja tulevaa järjestelmän tehon lisäystä varten. Täten ei kaapelia tarvitse uusia kun lisää

aurinkopaneeleja otetaan käyttöön. Kaapeli vedettiin jo olemassa olevien kaapelihyllyjen kautta ryhmäkeskukselle.

Jakokeskukselta aurinkosähköpaneelille vedetyt kaapelit valittiin 6 mm solar kaapeleiksi. Solar kaapeleiden hyviä puolia ovat suuret tasajännitekestoisuudet sekä auringon säteilystä aiheutuvan hapertumisen kestävyys. Mekaanista rasitusta kaapelit eivät kestä.

Ryhmäkeskukselta katolle menevät kaapelit jouduttiin tuomaan tehtaan sisälle betonisen seinän läpi sekä kaapeliläpiviennin aukko tukittiin uretaanilla. Tähän valittiin MCMK 3x10 maakaapeli jonka mekaaninen rasitus kestävyys on paljon suurempi kuin solar kaapeleiden. Katolle sijoitettiin paneelien lisäksi säätietoja keräävä laite ja tätä varten vedettiin kaksi KLMA 4x0 8+0.8 kaapelia; toinen kaapeli tietojen siirtoa varten ja toinen varalle.

Taulukko 1 sisältää arvot uppoasennuksille (A), pinta-asennuksille (C), maa-asennukselle (D) ja vapaasti ilmaan tehtäville asennuksille (D). Taulukossa arvot on laskettu PVC-eristeisille kaapeleille ja niitä voidaan käyttää myös PEX-eristeisille kaapeleille, joiden kuormitettavuusluokka on suurempi. Esimerkiksi asennustapaa C käyttäen 10 mm kaapeli kestää 60 ampeerin virran. Tämän perusteella voidaan valita sulakkeet, jotka ovat alle tämän arvon.

Taulukko 1. Johtimien kuormitustaulukko /6/

Johtimen nimellispoikki- pinta (mm ²)	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A	C	D	E
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208

3.6 Vaihtosuuntaaja

Vaihtosuuntaajan tarkoitus on muuttaa aurinkopaneeleista saatava tasajännite vaihtojännitteeksi ja tahdistaa se verkkoon syötettävään vaihtojännitteen taajuuteen. Tahdistaminen on standardin SFS 6000-5-55 vaatimus siitä, että verkon rinnalle kytketty generaattorilaitteisto ei saa aiheuttaa häiriötä jakeluverkkoon.

Vaihtosuuntaajaksi valittiin Danfoss TLX PRO 15kW-mallinen vaihtosuuntaaja. Tämän hyötysuhde on korkea ja se pystyy hyödyntämään jopa 98 prosenttia siihen tulevasta energiasta. Vaihtosuuntaajassa on esimerkiksi hälytystoiminto sekä tietojen keräys ja niiden lähetys FTP-serverille sekä Danfoss:in omille sivuille. Tiedon siirto tapahtuu kiinteän verkon tai gsm-modeemin kautta. Laitteen omasta käyttöpaneelistä näkee monia eri arvoja, kuten sen hetkisen energian tuotannon, paneelien tuottamat arvot ja syötettävän verkon tiedot.

Kuva 4. Vaihtosuuntaaja Danfoss TLX PRO



3.7 Aurinkopaneelit

Aurinkopaneeleiksi valittiin monikiteiset Hanwha SF260-paneelit näiden ollessa kustannustehokas vaihtoehto. Yksi paneeli tuottaa maksimissaan 295W tehon ja 44.9VDC jännitteen normaaliolosuhteissa. Paneelit kytkettiin kolmeen eri sarjaan, joissa jokaisessa on 15 paneelia. Näin pystytään tutkimaan vaikutuksia paneelien energiantuotossa eri olosuhteissa, esimerkiksi paneeli likaisena tai paneeli pestynä.

15 paneelin sarjakytkentä tuottaa noin 700VDC:n tasajännitteen normaalitilanteessa. Vaihtosuuntaaja kestää 1000VDC jännitteet paneeleilta. Ottaen huomioon Suomen vaihtelevat olosuhteet ja paneelien tuottaman tasajännitteen käyttäytymisen lämpötila vaihtelussa, pysytään sallituissa rajoissa. Lämpötilakerroin ilmoitetaan paneelin esitteessä.

Paneelit on suunnattu etelään ja niiden kallistuskulma on 45 astetta.

Kuva 5. Paneelit asennettuna



4 AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

4.1 Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu

Työ aloitettiin tutkimalla UTU Oy:n vanhoja sähköasennuksia ja sähkösuunnitelmia. Näiden avulla pystyttiin valitsemaan paikka mikrotuotantolaitoksen päävarokkeille. Näille löydettiin hyvä paikka pääkeskukselta, jossa oli varalähtönä yksi 125A kytkinvaroke. Näin mikrotuotantolaitos saataisiin kytkettyä pois käytöstä niin pääkeskukselta kuin ryhmäkeskukselta, johon kaikki tarvittavat komponentit tultaisiin asentamaan. Sulakkeiksi valittiin 30A kahvasulakkeet kaapeloinnin pituuden takia.

Kuva 6.Pääkeskuksen syöttö kytkettynä



Tarkoituksena oli asentaa vaihtosuuntaaja ja ryhmäkeskus näkyville, joten näiden paikka oli luonnollisesti sisällä tehtaassa. Aurinkosähköjärjestelmän standardit vaativat ylijännitesuojat ja niiden asennuksen mahdollisimman lähelle paneeleja. Ryhmäkeskukselle ja vaihtosuuntaajalle valittiin tällä ehdolla paikka, josta päästiin lyhyintä reittiä paneeleille.

Kuva 7.Ryhmäkeskus ja vaihtosuuntaaja asennettuina



Ryhmäkeskukselta paneeleilla menevä kaapelointi piti viedä ylös seinää pitkin katolle sekä läpi betoniseinän. Tasajännite käyttöön sopivat solar kaapelit eivät olisi

kestäneet sitä mekaanista rasitusta, joka olisi kaapeleiden läpiviennistä aiheutunut. Vaihtoehdoksi tähän nousuun kelpasi maakaapeli, jonka mekaaninen kestävyys on parempi. Tätä varten päätettiin lisätä katolle säänkestävä jakokeskus, jossa voitaisiin yhdistää paneeleilta tulevat solar kaapelit ja ryhmäkeskukselta tulevat maakaapelit.

4.2 Aurinkosähköjärjestelmän suunnitelmat

Sähkösuunnitelma piirrettiin CADS-sähköpiirustus ohjelmalla. Suunnitelmassa on piirrettynä kaikki sähkökeskukset, jotka liittyvät mikrotuotantolaitoksen toimintaan, sekä paneelit ja vaihtosuuntaaja. Suunnitelmassa määritettiin kaikki käytettävät kaapelit sekä komponentit järjestelmän suojausta varten.

Suunnitelma, laitteiden tekniset tiedot, perustietolomake ja teholaskelmat lähetettiin verkkoyhtiölle hyväksyttäväksi. Tuotantolaitoksen liittyessä jakeluverkkoon, piti siitä tehdä liittymissopimus verkkoyhtiön kanssa. Voimassa olevan liittymäsopimuksen jo ollessa, tämä laajennettiin ja siihen lisättiin pientuotannon merkintä. Tuotantolaitoksen syöttäessä vain UTU Oy:n sisäistä verkkoa, ei sähkönmyyntisopimusta tarvittu. Suunnitelma hyväksyttiin ja siitä saapui liittymissopimus, joka myöhemmin allekirjoitettiin.

Keskuksien suunnittelu aloitettiin piirtämällä pääkaavio ryhmäkeskukselle. Pääkaavion piirtämisessä otettiin huomioon, mitä standardit vaativat suojalaitteiksi järjestelmään. Standardi vaatii että tasajännitepuolen ja vaihtojännitepuolen pitää olla erotettavissa ja ne pitää saada lukittua huoltotöiden ajaksi. Ylijännitesuojat pitää olla kytkettyinä suoraan paneeleihin kiinni, jolloin johdinten suojaus on parhain ja sitä eivät muut suojalaitteet estä. Vikavirtasuoja ei ollut tässä tapauksessa pakollinen, mutta se päätettiin laittaa. Pääkaavioon piirrettiin valmiiksi myös varaus tulevalle laite päivitykselle. Tämä helpottaa tulevaa työtä kun keskus rakennetaan tehtaalla kerralla niin valmiiksi kuin mahdollista.

4.3 Aurinkosähköjärjestelmän toteutus

Aurinkosähköjärjestelmän toteutus aloitettiin sähkökeskusten kokoonpanokuvien piirtämisellä ja samalla tilattiin tarvittavat kaapelit. Paneelit olivat tässä vaiheessa jo asennettuna katolla ohjaajani toimesta.

Järjestelmän asennusta varten oli varattuna yksi sähköasentaja, joka alkoi sähkösuunnitelman mukaan vetämään kaapeleita tehtaan sisällä ja katolla. Kaapelit saatiin hyvissä ajoin paikoilleen ennen keskuksien valmistumista.

Keskusten valmistuttua kytkettiin ryhmäkeskukseen katolle menevät maakaapelit, pääkeskukselta tuleva syöttökaapeli sekä vaihtosuuntaajalle menevät kaapelit kiinni keskukseen. Tämä pystyttiin tekemään jännitteettömänä työnä sillä pääkeskuksessa olevassa kytkinvarokkeessa ei ollut tällä hetkellä vielä sulakkeita paikalla. Vaihtosuuntaajalle päätettiin kytkeä solar kaapelit maakaapeleiden sijaan, sillä näillä kaapeleilla saatiin paljon siistimpi asennusjälki. Solar kaapeleihin oli saatavilla liittimiä jotka sopivat vaihtosuuntaajan liittimiin. Näin myös vaihtosuuntaajalla olevat valmiit liittimet saatiin hyödynnetty eikä niitä ei tarvinnut purkaa ja kaapeleita kytkeä vaihtosuuntaajan sisällä oleviin napoihin. Näiden yhdistys tehtiin ryhmäkeskuksen riviliitintilassa.

Katolla oleva keskus, jossa myös vaihdettiin maakaapelit solar kaapeleihin, kytkettiin seuraavaksi. Tämä piti kytkeä jännitetyönä sillä paneelit tuottivat jo jännitteen auringon paistaessa niihin. Paneelit kytkettiin kolmeen eri 15 paneelin sarjaan ja niistä tuotiin solar kaapeli jakokeskukselle. Paneelien kytkentä tapahtui kytkemällä niissä olevat valmiit liittimet toisiinsa kiinni, niin että ne muodostivat sarjakytken ja tuomalla kaapelit siitä keskukselle riviliittimiin. Tässä kaapelit vaihdettiin maakaapeleihin läpivientiä varten ja ne johdotettiin tehtaan sisälle olevaan ryhmäkeskukseen.

Tarvittavien kaapelin asennusten jälkeen tehtiin käyttöönotto ja siitä pöytäkirja. Tämä lähetettiin verkkoyhtiölle, allekirjoitetun liittymäsopimuksen mukana. Sähkönmyyntisopimusta ei tehty tehtaan suuren tehon kulutuksen vuoksi.

5 YHTEENVETO

Aloittaessani työtä minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta aurinkosähköjärjestelmistä. Ohjaajani oli hyvin perehtynyt aiheeseen ja häneltä sain hyviä vinkkejä ja tietoa.

Suunnittelussa oli otettava huomioon sähköturvallisuus ja standardien vaatimat laitteet ja säädökset. Vaikka tämä järjestelmä on mitoitettu aika suureksi, niin samaa periaatetta voidaan käyttää myös pienempien järjestelmien rakentamiseen. Oli kyseessä sitten verkkoon liitetty omakotitalon järjestelmä tai itsenäinen, esimerkiksi mökillä, oleva järjestelmä.

Jos tulevaisuudessa paneelien ja vaihtosuuntaajien hinnat laskevat, saattavat nämä järjestelmät yleistyä niin yrityksissä, kuin yksityisilläkin käyttäjillä. Suomen lyhyen kesän ja laitteiston hinnan takia moni tuskin uskaltaa asentaa järjestelmää, josta ei välttämättä ole rahallista hyötyä.

Lopputulos oli omasta sekä ohjaajani mielestä hyvin toteutettu. Sähkön tuotto alkoi heti kun kaapelit oli kytketty, kaikki suojalaitteet käännetty päälle ja invertteri oli tahdistanut itsensä verkkoon. Ensimmäisen päivän testikeli oli mitä mainioin ja ensimmäiset tuottolukemat olivat 7000W luokkaa.

Työnä aihe oli erittäin mielenkiintoinen ja opin paljon uutta aurinkosähköjärjestelmästä sekä yleisestä sähkösuunnittelusta ja sähkötyön organisoimisesta.

LÄHTEET

1. Foster Robert, Solar Energy:Renewalbe Energy and the Enviroment, CRC Press, 2010
2. Boxwell, Michael, Solar Electricity Handbook 2011 Edition, Greenstream Publishing, 2011
3. Erat Bruno, aurinko-opas, Kirjakas KY, 2001
4. Mikrotuotannon liittäminen sähkönjakeluverkkoon, YA9:09 verkkojulkaisu, www.energia.fi
5. Ylinen M. 2012, Tuotepäällikkö, UTU Oy, Ulvila, Henkilökohtainen tiedonanto 28.11.2012
6. Tiainen Esa, D1 Käsikirja, Kirjapaino, 2009