

Juhamatti Laaksonen

UUSIUTUVAN ENERGIAN PIENKESKUSRAKENNE

Sähkötekniikan Koulutusohjelma
Sähkö- ja automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto
2012

UUSIUTUVAN ENERGIAN PIENKESKUSRAKENNE

Laaksonen, Juhamatti
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2012
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 51
Liitteitä: 9

Asiasanat: Aurinkoenergia, Syöttötariffi, Uusiutuva energia

Tämän opinnäytetyön aiheena oli uusiutuvan energian pienkeskusrakenne. Työssä tutkittiin omakotitalojen ja muiden pienliittymien mahdollisuuksia omaan energian tuotantoon aurinkoenergialla sekä yksityistalouksien pientuotannon verkkoon siirtomahdollisuuksia.

Työn teoriaosuudessa perehdyttiin aurinkoenergian käyttömahdollisuuksiin energianlähteenä Suomessa. Teoriaosassa kartoitettiin laitteistoa niin tuotannon kuin jakeluverkkoon syötön osalta. Työn kohteina olivat jakeluverkkoon liitetyt pien- ja maataloasumukset sekä kesäasunnot.

Sähköverkkoon siirrossa perehdyttiin mikrotuotannon määräyksiin ja asetuksiin niin verkonhaltijan, tuottajan, myyjän kuin käyttäjänkin kannalta. Tällaisia ovat siirtoon, myyntiin ja käyttöön liittyvät vastuut ja osa-alueet sekä asennuksiin ja käyttöön liittyvät suojaukset ja turvallisuuden ylläpitäminen vikatapauksissa.

Kokoonpanossa oli otettu vertailtavaksi kaksi esimerkkivaihtoehtoa, joista suunniteltiin laitteistot, tarvikkeet ja kaapelit. Kokoonpanot oli tehty yksivaiheisena syöttönä verkkoon, jossa mitattiin kaksisuuntaisesti tuotettu energia.

Johtopäätöksissä todettiin tarve suunnitella tuotantolaitokset yksityiskohtaisesti jokaisen asennuspaikan tarpeet huomioiden. Tällöin ei tule maksettua tuotannosta, jos ta ei saa korvausta.

THE CONFIGURATION OF A RENEWABLE ENERGY SOURCE IN HOUSEHOLD USAGE

Laaksonen, Juhamatti

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering

November 2012

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 52

Appendices: 9

Keywords: solar power, feeding tariff, renewable energy

The purpose of this thesis was to design and find a solution for private households to produce renewable energy and the possibilities for households to transfer excess energy back into the grid.

The theory part studies the possibilities to use solar energy in Finland and the equipments from both production and in feeding point of view. The study covers basic households, farms and vacation residences.

The feeding study covers the rules and regulations of micro production from both electricity company's, producer's and end user's point of view. These regulations set the limits not only for transferring, selling and usage of electricity but also the protective measurements to take into account when installing the equipment and maintaining safety also during a possible failure.

The assembly compares two examples, including equipment, materials and cables. Both the examples are designed as a single phase feed that measures the produced energy both ways.

The conclusions defined the need to plan production units in detail for each location to avoid costs for production without compensation.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	AURINKOENERGIA SUOMESSA.....	7
2.1	Energiamäärät Suomessa	7
2.2	Energian tuotto Suomessa.....	7
2.3	Suurimmat aurinkovoimalat Suomessa ja maailmalla.....	8
3	AURINKOPANEELI.....	9
3.1	Paneelin toiminta	9
3.2	Aurinkopaneeli energianlähteenä	11
3.2.1	Loma-ajan asunnot	11
3.2.2	Jatkuvasti asutut asunnot.....	11
3.2.3	Julkiset rakennukset ja kerrostalot	12
3.2.4	Aurinkopaneelit energianlähteenä jatkossa.....	12
4	YLEISEEN SÄHKÖVERKKOON SIIRTO.....	13
4.1	Mikrotuotanto	13
4.1.1	Yksivaiheinen tuotanto.....	14
4.1.2	Mikrotuotannon määrä liittymässä.....	14
4.2	Mittarointi	15
4.2.1	Verkonhaltijan vastuut	15
4.2.2	Sähkönmyyjän vastuut	16
4.2.3	Sähkönkäyttäjän vastuut.....	16
4.2.4	Sähköntuottajan vastuut	16
4.3	Laitoksen erottaminen ja suojaus.....	17
4.3.1	Takasyötön riski	17
4.3.2	Tuotannon kytketyminen ja erottaminen vikatilanteessa	17
4.3.3	Loss of mains –suojaus	19
4.3.4	Tahdistuminen verkkoon.....	19
5	KOKOONPANO.....	20
5.1	Naps Systems	20
5.1.1	Aurinkopaneelit.....	20
5.1.2	Naps pallas 200 – 210g sbw.....	21
5.2	Paneelien määrät ja kytkennät	22
5.2.1	Kokonaisuudet.....	23
5.3	SMA Solar technology AG.....	23
5.3.1	SMA Sunnyboy 1200	23
5.3.2	SMA Sunnyboy 3000 TL.....	24
5.4	Edullisin vaihtoehto	25

5.5	Tehokkaammat uuden tekniikan tuomat vaihtoehdot.....	25
5.6	Sunnyboy 1200 ja 6kpl Naps pallas 200G.....	27
5.6.1	Paneeliston tuotto	27
5.6.2	Sunny design	27
5.6.3	Johdotus- ja yleiskaavio	28
5.7	Sunnyboy 3000TL ja 16kpl Naps pallas 200g.....	28
5.7.1	Paneeliston tuotto	29
5.7.2	Sunny design	29
5.7.3	Johdotus- ja yleiskaavio	29
6	YHTEENVETO	29
6.1	Kokonaisuuden valinnan vaikeus	29
6.2	Muutosten mahdollisuus esimerkkeihin	30
6.3	Johtopäätökset.....	31
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Uusiutuvan energian kysyntä on kasvussa ja sen vuoksi myös yksityisille henkilöille halutaan tarjota laitteistoja oman energian tuottamiseen uusiutuvia energiamuotoja käyttäen sekä mahdollisuus ylimääräisen energian siirtämiseen verkkoon.

Työn tarkoitus on perehtyä aurinkoenergian käyttömahdollisuuteen pientalo/maatila-asumisessa. Ensisijaisesti energia hyödynnettäisiin omaan käyttöön, mutta mahdollinen ylimääräinen energia voitaisiin syöttää verkkoon samalla mitaten syötetyn energian määrää. Kun riittävät tiedot on aurinkosähköjärjestelmäkokonaisuuksista kerätty, voidaan suunnitella keskukset ja mahdolliset laitteistot.

Järjestelmän suunnittelussa tullaan perehtymään kuvitellussa kantaverkkoon kytkeytyssä pien- tai maatalotyypisessä käyttökohteessa.

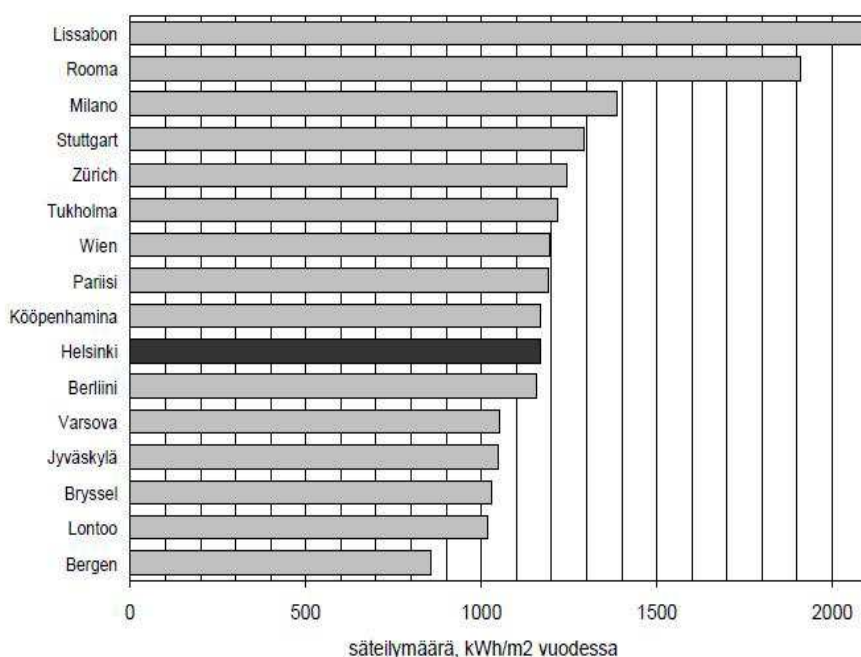
Työssä perehdytään aurinkopaneelien käyttöön yksittäisen kohteen energian tuotannossa. Energiantuotannon lisäksi tarkastelussa ovat energianjakeluun liittyvät laitteet ja laitteistot, kuten invertterit, akustot, keskukset ja mittarointi.

Kohteissa, joissa energiaa tullaan syöttämään verkkoon, tulee mittaroinnissa ottaa huomioon myös verkkoon syötetyn energian mittaaminen sekä siihen tarvittavat laitteistot.

2 AURINKOENERGIA SUOMESSA

2.1 Energiamäärät Suomessa

Suomessa auringon energiasäteilymäärät ovat sijaintiin suhteutettuna hyvät verrattuna moneen Euroopan maahan (kuva 1.). Kuvasta nähdään, että Suomen vuotuiset säteilymäärät neliölle ovat samaa luokkaa muiden, jopa meitä eteläisempien maiden, kanssa. Tämä mahdollistaa kohtuullisen hyvän aurinkoenergian tuoton myös Suomen oloissa. Suomen suurin rajoittava tekijä on pitkä pimeä jakso, jolloin energian tuotto on hyvin minimaalista. Tästä johtuen aurinkoenergian vuosituotosta saadaan jopa 90% maalis-syyskuun aikana. Erityisesti kesällä Suomen olosuhteet ovat erittäin hyvät aurinkoenergian tuotolle, jolloin säteilymäärät ovat suuret ja lämpötilat alhaisemmat verrattuna eteläisempään Eurooppaan.



Kuva 1. Säteilymääriä eri Euroopan maissa (Tekes projekti)

2.2 Energian tuotto Suomessa

Aurinkopaneelien hyvä energian tuotto on monen hyvin arvioidun muuttujan summa. Suurin vaikuttaja on oikein valitut, ja laadukkaat laitteistot. Erittäin suuri merkitys on myös paneelien oikealla asennuksella ja paikan valinnalla. Potentiaalisia asennuspaikkoja on paljon, kuten kattopinta- ja seinäasennusmahdollisuuksia. Aurinkopanee-

li on kuitenkin tärkeä asentaa juuri oikeaan suuntaan ja paikkaan, jossa ilma kiertää mahdollisimman hyvin, jotta paneeli ei lämpene paljon ja se on mahdollisimman hyvin suunnattuna aurinkoon nähden.

2.3 Suurimmat aurinkovoimalat Suomessa ja maailmalla

Suomen suurimpiin aurinkovoimaloihin kuuluvat Helsingin ABB:n katolle rakennettu 181kW voimala ja Lempäälässä toimivan Kiilto Oy:n katolle asennettu 66kW järjestelmä.

Esimerkiksi tässä työssä otettakoon ABB:n 181kW tuotantolaitos, joka on Pohjoismaiden suurin verkkoon kytketty aurinkosähkölaitos. Sen paneelien pinta-ala on 1200m^2 sisältäen 870 aurinkopaneelia, joiden arvioitu tuotto vuodessa on noin 160 000 kWh.

ABB rakennutti tuotantolaitoksen oman tehtaansa katolle, missä se tuottaa sähköä ensisijaisesti tehtaan omaan käyttöön. Tuotantolaitos on verkkoon kytketty, jolloin ylimääräinen energia siirretään kantaverkkoon. Hankkeen tarkoituksena on myöskin tarkastella ja arvioida aurinkoenergian mahdollisuuksia pohjoismaisissa oloissa. Hankkeessa tarkastellaan erityisesti kylmempiä oloja, pienempiä auringon kulmia ja hitaita yön ja päivän vaihteluita. /4/

Maailman suurimpiin lukeutuvia aurinkokennovoimaloita on Intiassa, Kiinassa, Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Ukrainassa. Monet maat seuraavat jo esimerkkiä heidän perässään. Suurimpien tuotantolaitosten kokoluokat vaihtelevat sadoissa MW:ssa.

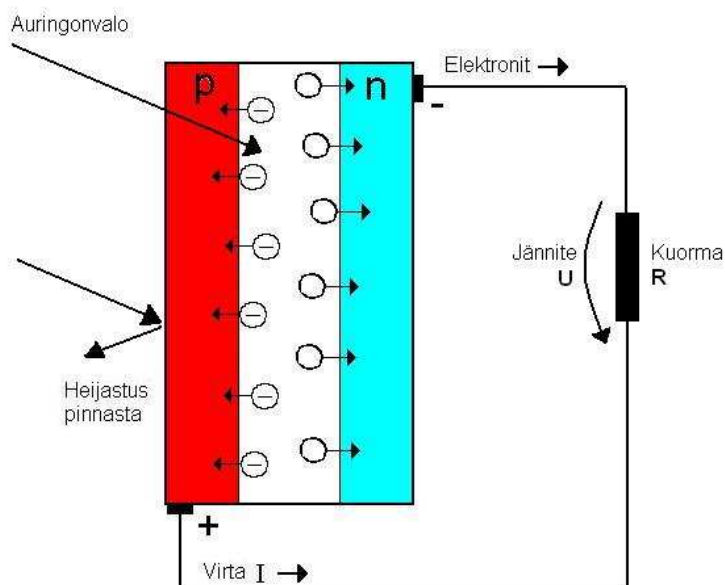
Suurimpana näistä on Intian Gurajat Solarpark, joka on tällä hetkellä 600MW tuotantolaitos. Suunnitelmissa on nostaa Gurajatin tuotanto 1000 MW:iin asti.

Vertailuksi todettakoon, että Suomen Loviisan ydinvoimalan yhden yksikön netto-tuotantoteho on 488 MW ja Olkiluodossa on tehokkaammat 860 MW yksiköt. Olkiluodon työn alla oleva kolmas yksikkö tulee olemaan 1650 MW:n yksikkö /10/.

3 AURINKOPANEELI

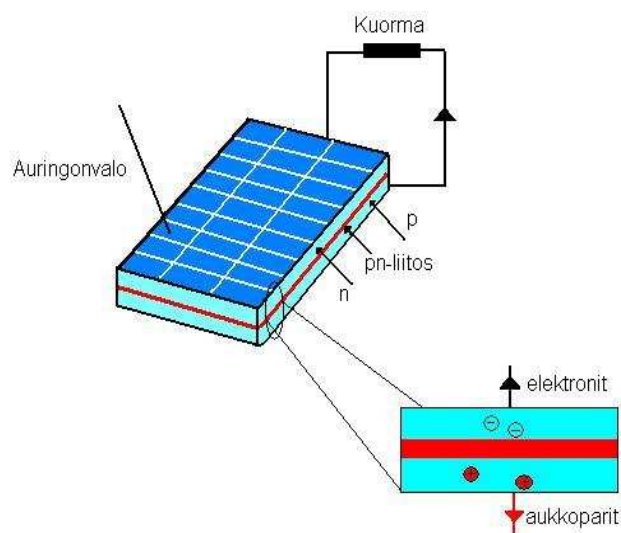
3.1 Paneelin toiminta

Aurinkopaneelien toiminta perustuu paneeleissa oleviin aurinkokennoihin, joissa on kahta puolijohdemateriaalia (p & n), jonka periaate on esitetty kuvassa 2 ja 3. Kun auringosta tuleva valo kohdistuu kennon pintaan, osa valohiukkasista eli fotoneista pääsee kennon pinnan läpi pn-liitokseen. Siellä fotonit aiheuttavat elektronivapareja, joissa elektronit jäävät n-puolelle ja aukot kulkeutuvat p-puolelle. Tämän rajapintaan muodostuneen sähkökentän seurauksena elektronit voivat kulkea vain toiseen suuntaan, jolloin elektronien on kuljettava ulkoista johdinta pitkin p-tyyppin puolijohdteeseen liittyäkseen aukkoparien kanssa. Jatkuvasti valaistun liitoksen eri puolilla on vastakkaismerkkiset varauksen kuljettajat, mikä mahdollistaa liitoksen toiminnan ulkoisen piirin jännitelähteenä.



Kuva 2. Kuva aurinkokennon toiminnasta

Aurinkokennojen kolme yleisintä tyyppiä ovat yksi- ja monikiteinen pii sekä amorfisessa muodossa oleva pii. Kaikilla kolmella tyyppillä on omat etunsa, jotka lähinnä vaikuttavat paneelin valintaan käyttökohteesta riippuen.

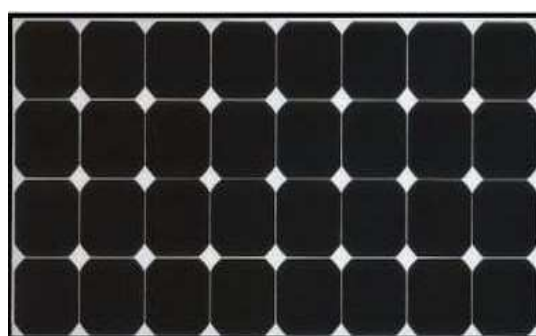


Kuva 3. Aurinkopaneelin toiminta

Kuvassa 4 näkyy selkeästi yksikiteisen paneelin pyöreät piikiekon aihiot, jotka on leikattu pyöreästä piitangosta. Piin pyöreitä aihioita ei ole muotoiltu, jolloin saadaan kallis raaka-aine käytettyä paremmin hyödyksi. Yleisemmin yksikiteiset paneelit näyttävät kuvan 5 tyyppisiltä paneeleilta, jossa aihiot ovat asennettu tiiviimmin, mutta pyöritystä näkyy vielä aihoiden kulmissa. Tällä tavalla saadaan pinta-ala hyödynnettyä paremmin.



Kuva 4. Yksikiteisestä aurinkopaneelistä



Kuva 5. Tiivistetty yksikiteinen

Aurinkokennoja yhdistämällä saadaan aurinkokennomoduuleita, joita yhdistämällä muodostetaan aurinkopaneelikokonaisuuksia. Aurinkopaneelin teho ja jännite muuttuu paneelin moduulien määrän ja kytkennän mukaan, jolloin paneelin pinta-ala muuttuu paneelille halutun tehon mukaan.

3.2 Aurinkopaneeli energianlähteenä

3.2.1 Loma-ajan asunnot

Aurinkopaneelin yleisin käyttökohde on loma-ajan asunnot, joissa ei ole sähköverkkoa ja tarvitaan vain pieniä tehoja, kuten esimerkiksi valot, jääkaappi ja kahvinkeitin. Tämän tyyppisissä kohteissa aurinkopaneeli on erittäin hyvä energianlähde vaihtoehtona kalliille sähköliittymälle. Pientenkin aurinkopaneelijärjestelmien tehot riittävät loma-asunnon käyttöön, kun järjestelmään on liitetty akusto energian varastointia varten. Aurinkopaneeleille tyypilliseen tapaan heikoin aika on talvi. Jos järjestelmälle on käyttöä myös talvisin, hyvä akusto on välttämättömyys.

3.2.2 Jatkuvasti asutut asunnot

Omakotitaloratkaisuissa voidaan aurinkopaneelijärjestelmällä, koosta riippuen, vähentää huomattavasti verkosta ostettua energiaa. Esimerkiksi sähkölämmitettävissä taloissa saadaan energia tehokkaasti talteen koska kulutusta on lähes jatkuvasti, kuten lämminvesivaraajat ja lämmitys. Laitteistokustannuksissa päästään halvemmalla, jos energiaa käytetään pelkästään johonkin tiettyyn kulutukseen, kuten varaajaan. On mahdollista kytkeä pieniäkin pv-voimaloita (Photo voltaic) verkkoon, mutta Suomessa energiayhtiöt eivät maksa pienistä määristä tuotettua energiaa. Täten ylimääräinen tuotettu energia käytetään energiayhtiön verkon häviöiden pienennykseen.



Kuva 6. Omakotitalon paneloitu katto (isolarpanel.webnode.com)

3.2.3 Julkiset rakennukset ja kerrostalot

Julkisissa sekä muissa suurissa rakennuksissa on paljon potentiaalia tehdä suuria aurinkoenergia järjestelmiä. Suuret pinta-alat ja järjestelmät laskevat rakennetun järjestelmän kustannuksia tehoyksikköä kohden, mikä parantaa järjestelmän takaisinmaksua. Tällaiset järjestelmät (kuva 7) ovat hieman yleistyneet, mutta yleensä ne kuitenkin ovat projekti- tai referenssikohteita, tällaiset kohteet tulevat tulevaisuudessa lisääntymään uudis- ja saneerattavien tilojen yhteyksiin. Yleistymiselle kuitenkin ovat usein esteenä suuret kustannukset ja Suomessa ns. syöttötariffin hyödyttömyys, joka edelleen heikentää pienvoimaloiden hyödyllisyyttä käyttäjälle.



Kuva 7. Kerrostalon asennusmalli (<http://www.pvdatabase.org>)

3.2.4 Aurinkopaneelit energianlähteenä jatkossa

Tulevaisuudessa tullaan panostamaan entistä enemmän uusien innovatiivisten uusiutuvien energialähteiden kehitykseen, käyttöön ja kustannustehokkaisiin ratkaisuihin, joilla saadaan myös pienkuluttajat harkitsemaan omaa tuotantoa, jolla pienentää sähkölaskuaan. Suurin rajoittava tekijä aurinkoenergian käytössä on sen kustannukset energian tuottoon nähden.

Paneelien hyötysuhteiden parantamiseksi ei ole vielä kehitetty mitään mullistavaa, vaikkakin edullisempia rakennevaihtoehtoja on kehitetty nykyisten paneelien rinnalle. Näiden tehontuotto ei ole yhtä hyvä, mutta niiden hinnat tulevat olemaan alhaisempia. Nykyisen kehityksen mukaan on arvioitu, että aurinkopaneelien hinnat las-

kevat jopa puoleen tulevan 15 vuoden aikana. Edullisemmat hinnat tulevat todennäköisesti lisäämään aurinkopaneelien käyttöä huomattavasti nykyiseen verrattuna.

4 YLEISEEN SÄHKÖVERKKOON SIIRTO

Aluksi mikrotuotantolaitoksen ja verkonhaltijan kanssa solmitaan liitännäsopimus, jossa määritetään tekniset ominaisuudet, jotka laitoksen tulee täyttää ennen kuin se voidaan liittää yleiseen sähköverkkoon. Tässä kappaleessa pyritään kuvailemaan ja selittämään asioita, jotka vaikuttavat mikrotuotannon verkkoon kytkeytymisprosessiin ja minkälaisia toimia se vaatii pientuottajalta sekä perehdyttämään lukija sähkölaitosten käyttämiin käsitteisiin. Teknisessä mielessä on hyvin tärkeää, että voimalaitosta suunniteltaessa otetaan hyvissä ajoin yhteyttä paikallisen jakeluverkon haltijaan, jos laitos aiotaan liittää yleiseen jakeluverkkoon.

4.1 Mikrotuotanto

Mikrotuotannolla tarkoitetaan yleisesti pienvoimaloita, jotka ovat kooltaan sadoista wateista muutamiin kymmeneen kilowatteihin. Yleisimmät mikrotuotannon tavat ovat aurinko- ja tuulivoima.

Mikrotuotanto on sähköntuotantoa, jossa tuotettu energia on niin pientä, että se kulutetaan ensisijaisesti tuottavan kohteen omaan kulutukseen. Tällöin verkkoon siirto on vain toissijainen motiivi kohteessa. Mikrotuotannolla käsitetään usein maksimissaan 3*16A tuotantoa, jolla päästään 11 kW tehoon. Tämä pohjautuu suosituksiin, jotka ovat energiateollisuuden ja EN 50438-standardin laatimia. Näitä suosituksia voidaan kuitenkin käyttää hieman isommissakin tuotannoissa /1/.

Mikrotuotannon tarkoitus on yleisimmin säästää energiakuluissa sekä kotitalouksien halu olla omavaraisempia ja ekologisempia.

Kuluttajien kiinnostus omaa tuotantoa kohtaan on viime vuosina kasvanut huomattavasti, johtuen laitteistojen hintojen alenemisesta laajentuneen kysynnän ja kilpailun johdosta. Kuitenkin suurempaa yleistymistä kantaverkossa oleville kuluttajille rajoittaa edelleen huono mahdollisuus hyötyä rahallisesti verkkoon kytketyistä mikrotuotantolaitoksista ja laitteistojen hinta, jonka kuolettaminen vie pitkään.

4.1.1 Yksivaiheinen tuotanto

Yksivaiheisen tuotannon maksimitehon tulisi olla 3,7 kVA jolloin verkkoon ei tulisi liian suurta epätasapainoa vaiheiden välille, eikä verkon turvallisuus ja luotettavuus vaarantuisi. Tuottajan tulee ilmoittaa tuotannon suuruus sekä mille vaiheelle tämä tuotanto kytketään, halutessaan verkonhaltijalla tulee olla mahdollisuus vaikuttaa vaihevalintaan. (Energiateollisuus ry)

4.1.2 Mikrotuotannon määrä liittymässä

Verkkoon syötetyn sähkötuotannon määrä liittymässä on määritelty liittymän koon mukaisesti. On kuitenkin huomioitava että tuotantolaitoksen putoaminen tai käynnistyminen ei aiheuta yli 4% jännitteen muutosta lähiverkossa. Sähkön laadun on myöskin pysyttävä standardin SFS-EN 50160 mukaisena ja tuotantolaitoksen käynnistyessä virta ei saa nousta yli liittymän maksimitehon virta-arvoa.

Liittymään liitettävän maksimitehon määrittämiseen on Senerin ohje, jolla voidaan laskea suuntaa antava tuotantolaitoksen maksimiteho. Ohjeen mukaan liittymään voidaan sallia kytkettäväksi teho joka toteuttaa yhtälön

$$S_k \geq 25 * i_{\text{suhde}} * S_n.$$

Tällä kaavalla pystytään varmistamaan teho, jolla jännitevaihtelut pysyvät 4%:n jännitevaihtelun sisällä. Tätä ohjetta voi soveltaa kaikille mikrotuotannon alueille (kuten aurinko, tuuli ja pienet biovoimalat).

Liittymään voidaan kytkeä laitos jonka maksimiteho lasketaan Senerin ohjeen mukaan seuraavasti. Esimerkkinä otetaan 3*25A liittymä, jossa oikosulkuvirta on pienjänniteliittymien minimisuunnitteluarvo I_k 250A. (Vanhoissa liittymissä oikosulkuvirrat saattavat olla pienempiäkin). Liittymän oikosulkuteho

$$S_k = 3 \cdot I_k \cdot U_v = 3 \cdot 250A \cdot 230V = 172,5kVA \text{ jolloin}$$

$$S_n = 172,5kVA / 25 = 6,9kVA$$

Tästä esimerkistä havaitaan, että liittymän maksimitehon mukaan ei tuotantoa voida suunnitella. /1/

4.2 Mittarointi

Mittaroinnissa keskitytään kohteisiin joissa yhdessä kohteessa on samaan aikaan kulutusta ja tuotantoa. Tällöin mittarin tulee tallentaa verkkoon tuotettu ja verkosta otettu energia erikseen. Verkkoyhtiölle kyseisessä tapauksessa tulee kaksi käyttöpaikkaa erikseen, jossa on kulutus- ja tuotantopaikka toisista erillään. /1/

4.2.1 Verkonhaltijan vastuut

Valtioneuvoston päätöksen mukaan uusissa kohteissa verkon haltija asennuttaa mittaroinnin kaikkiin kohteisiin. Sitä aiemmin tehdyt kohteet, joissa asiakkaalla on oma mittausjärjestelmä, tulee siirtyä viimeistään vuoden 2013 aikana verkkoyhtiön asennuttamaan mittarointiin /8, s.7/.

Vastuu mittalaitteesta ja mittauksesta on verkon haltijalla, joka vastaa myös mittarinluennasta ja mittaustietojen hallinnasta sekä niiden tietojen välityksessä tulevasta tietosuojasta. Asiakkaalla ja asiakkaan valtuuttamalla on oikeus tietoihin/8, s.11/.

4.2.2 Sähkönmyyjän vastuut

Myyjän vastuulla sähköntoimituksen mittauksessa on mittaustietojen vastaanotto sekä niiden käyttö laskutuksessa.

Myyjän tulee pystyä vastaanottamaan verkonhaltijan lainsäädännön mukaiset mittauksetiedot, lisäksi myyjän on huolehdittava siitä, että kaikki verkonhaltijan lähettämät tiedot tallentuvat oikein järjestelmiin. Mikäli myyjä havaitsee virheitä tiedoissa, tulee siitä ilmoittaa verkonhaltijalle.

Myyjän tulee ilmoittaa verkonhaltijalle kaikki muutokset sopimusten alkamisista ja päättymisistä. Lisäksi myyjän on annettava vuosittainen raportti asiakkaalle kuluneen vuoden sähkökäytöstä. /8, s.11/

4.2.3 Sähkökäyttäjän vastuut

Sähkökäyttäjä vastaa siitä että hänen sähkölaitteistonsa ovat säännösten ja määräysten mukaisessa kunnossa.

Jos asiakkaalla on kuormanohjausta kuten yökuormat niin sähkökäyttäjä vastaa siihen liittyvistä sähkökeskuksen kytkennöistä. Mittarin kytkennät kuitenkin toteuttaa vain sähköverkon haltija. /8, s.11/

4.2.4 Sähköntuottajan vastuut

Tuottajan vastuulla on samat kohdat kuin käyttäjälläkin edellisessä kohdassa. Tämän lisäksi tuottajan vastuulla on asentaa sellaiset mittaukset, joita ei verkonhaltija tarvitse, mutta joita esimerkiksi verotussyistä saatetaan tarvita. Tuottajan kuuluu ilmoittaa verotusta varten tarvittavat tiedot itse verohallinnolle.

Tuottajalla on velvoite aina ilmoittaa verkkoyhtiölle sähköntuotannosta, jolloin verkonhaltija voi varmistaa verkon käytön turvallisuuden ja sähkömarkkinalainsäädännön mukaiset mittaukset. /8, s.12/

4.3 Laitoksen erottaminen ja suojaus

Sähköturvallisuusstandardien mukaan tuotantolaitos tulee olla erotettavissa verkosta ja erotuslaitteessa tulee olla näkyvä ilmaväli ja erottimen käyttömekanismiin tulee olla lukittavissa (SFS6002). Lisäksi jakeluverkon haltijalla täytyy olla joko rajoittamaton pääsy erottimelle tai kaukokytkentämahdollisuus (SFS6000) /1, s.4/

Mikrotuotantolaitoksen tulee pystyä erottamaan tuotanto verkosta, mikäli verkon jännite tippuu vian tai huoltotöiden seurauksena. Tällä pyritään estämään vaaratilanteet laitoksen verkkoon aiheuttaman takajännitteen vuoksi. Kuitenkin laitteiston automaattisen erotuksen lisäksi standardit vaativat erillisen lukittavan erottimen laitteiston yhteyteen, jolla varmistutaan asennustöiden turvallisesta suorittamisesta. Erottimessa pitää olla näkyvä erotusväli tai luotettava asennon osoitus. Vaihtoehtoisesti erotuslaite voi olla haltijan verkossa /1, s.4/.

4.3.1 Takasyötön riski

Kun verkkoon on liitetty tuotantoa, syntyy mahdollinen tilanne, jossa laitos syöttää verkkoon verkon syötön ollessa poikki. Tällöin esimerkiksi huoltotöiden yhteydessä saattaa syntyä vaaratilanne, kun verkossa on laitteisto joka syöttää verkkoa, jolloin verkko on jännitteinen asentajan kuvitellessa sen jännitteettömäksi.

Takasyötön mahdollisuudessa on hyvin tärkeää, että tuotantolaitoksissa on selkeät merkinnät takasyötön mahdollisuudesta ja että asennetuista laitteistoista on tehty asianmukaiset paperit ja sopimukset paikallisen verkkoyhtiön kanssa, jolloin verkko-yhtiössä osataan varautua ja tehdä tarvittavat merkinnät vaarasta myös verkon puolelle. /1, s.5/

4.3.2 Tuotannon kytkeytyminen ja erottaminen vikatilanteessa

Mikrotuotantolaitteisto pitää olla varustettu sellaisilla laitteilla jotka kytkvät laitteiston irti yleisestä verkosta, jos tuotantolaitteiston napojen arvot eivät pysy annetuissa

arvoissa. Tuotantolaitos ei saa koskaan kytkeytyä verkkoon, jos verkon taajuus tai jännite ei ole annetuissa arvoissa /1, s.6/.

Laitoksen suojausten tulee varmistaa, että se ei syötä verkkoon jos jokin seuraavista standardin EN 50438 taulukkojen 1.1 ja 1.2 arvoista ei toteudu.

Taulukko 1.1: Kaksiportainen suojaus

Parametri	Toiminta-aika	Asetteluarvo
Ylijännite -taso 1	1,5s	Un + 10 %
Ylijännite -taso 2	0,15s	Un + 15 %
Alijännite -taso 1	5s	Un - 15 %
Alijännite -taso 2	0,15s	Un - 50 %
Ylitaajuus	0,2s	51 Hz
Alitaajuus	0,5s	48 Hz
Loss of Mains	0,15s	
Loss of Mains -suojausten eli saarekekäytönestosuojausten tulee käyttää jakeluverkkoon sopivia havaitsemistekniikoita.		

Jos laitteistolla ei voida toteuttaa kaksiportaista suojausta, niin silloin tulee kyseeseen taulukon 1.2 yksiportaisen suojausten toiminta-ajat. Yksiportaisessa suojauksessa on yhdistetty taulukoiden 1.1 ja 1.2 tasot, jolloin toiminta-ajat ovat muutettu kaksiportaista järjestelmää tiukemmaksi, jotta suojausten taso pysyisi edelleen samana. /1, s.7/

Taulukko 1.2: Yksiportainen suojaus

Parametri	Toiminta-aika	Asetteluarvo
Ylijännite	0,15s	Un + 10 %
Alijännite	1,5s	Un - 15 %
Ylitaajuus	0,2s	51 Hz
Alitaajuus	0,5s	48 Hz
Loss of mains	0,15s	
Loss of Mains -suojausten eli saarekekäytönestosuojausten tulee käyttää jakeluverkkoon sopivia havaitsemistekniikoita.		

4.3.3 Loss of mains –suojaus

Loss of mains-suojauksen tarkoituksena on taata tuotantolaitoksen erottuminen verkosta, kun verkon jännite katoaa.

Jännite ja taajuusreleillä toteutetussa suojauksessa saattaa tulla ongelmia tilanteessa, jossa saarekkeen kuormat ovat niin lähellä tuottoa, että verkon tippuminen tällä hetkellä saattaa jäädä huomaamatta releiltä. Tällöin pitää asentaa lom-suojaus.

Erillistä lom-suojauksia ei tarvita laitteistoilla, joissa verkkoliitännälaite syöttää verkkoon pulssimaisesti, sillä se tarvitsee jatkuvasti verkon taajuutta tahdistukseen oman syöttönsä verkkoon.

Riittävän suojauksen ja sen toiminnan toteamisen lisäksi katkaisun on toimittava riittävän nopeasti. Suojauksen on myös toimittava taulukoiden 1.1 ja 1.2 antamien toiminta-aikojen sisällä. /1, s.8/

4.3.4 Tahdistuminen verkkoon

Tahdistus tulee suorittaa täysin automatisoidusti ja sallittujen normien sisällä. Jos saarekkeessa on useampia tuotantolaitoksia, tahdistumisen jälkeinen kytkentä tulisi suorittaa porrastetusti, jolloin laitokset eivät sekoita toinen toistaan, eikä täten aiheutuisi tahdistusongelmia.

Mikrogeneraattorin synkronointi tulee olla automatisoitua ja liittymän suojauksen tulee taata, että sen jännite ja taajuus ovat määritellyissä rajoissa tietyn ajanjakson, joka on generaattoreilla kolme minuuttia ja taajuusmuuttajalla liitetyillä laitteistoilla 20 sekuntia. /1, s.8/

5 KOKOONPANO

5.1 Naps Systems

Naps systems on Suomen vanhimpiin kuuluva toimija aurinkosähköliiketoiminnan alueella. Naps systemsin 30-vuotisen historian aikana referenssilistalle on kertynyt 140 maata sekä yli 200 000 järjestelmän asennusta.

Napsin kokemus aurinkosähkökomponenttien valmistuksesta on kattava. Naps valmistaa aurinkopaneeleita neljässä eri tehtaassa ja lataussäätimissä Naps on ollut edelläkävijä monessa teknisessä ratkaisussa.

Naps valmistaa paneelinsa EU:n alueella omissa tuotanto yksiköissään. Laatu, materiaalit ja tuotanto noudattavat tarkkoja kriteerejä korkean laadun takaamiseksi. Paneelien tekniset ratkaisut ovat varmatoimisia ja hyviksi todettuja. Normaalisti paneeleissa käytetään monikiteisiä piikkenoja, mutta myös yksikiteisiä on mahdollista tilata.

Tämän työn paneeleiksi on valittu Naps systemsin aurinkopaneelit, koska ne ovat luotettavia, laadukkaita ja suunniteltu pohjoisen oloihin. Vankka kokemus ja kotimaisuus ovat myös Napsin etu. /11/

5.1.1 Aurinkopaneelit

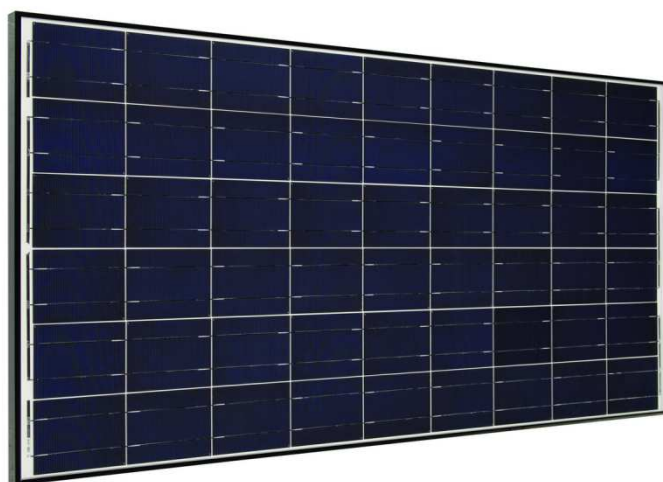
Napsin verkkoon kytkettävät paneelit Saana, Pallas ja Luosto on valmistettu laminaateista, joiden etupintana on rautapitoisuudeltaan vähäinen karkaistu lasi. Tällaisen lasin valonläpäisykyky ja lujuus ovat erinomaisia. Lasiin on laminoitu kiinni aurinkokennot ja niiden väliset johtimet ovat kauttaaltaan etyleenivinyliasetaatilla (EVA) ilmasta ja muista materiaaleista eristettyinä. Laminaatin takapintana on kova ja stabiili polymeerikalvo, joka kestää erinomaisesti säätä ja sähköisiä rasituksia. Sähköiset johtimet on tuotu laminaatista ulos sääsuojatun kytkentärasian kautta. Rasiassa on sähköiset vuotovirrat estävät diodit sekä johtimet aurinkopaneelien sarjaan kytkentää varten. Laminaatti on kokonaisuudessaan raamitettu kevyellä ja jäykällä alumiiniprofiililla.

Useimmissa Napsin verkkoon kytkettyihin järjestelmiin tarkoitetuissa aurinkopaneeleissa käytetään prismakuvioitua (P-tyyppi) erikoislasia, joka vahvistaa aurinkopaneelin nimellistehoa ja sähköntuotantoa erityisesti matalan tulokulman valaistuksessa. Monet muut aurinkopaneelit käyttävät tasaista (S-tyyppi) lasia. Erityistarpeisiin Naps voi valmistaa myös kerroslasikonstruktiolla toteutettuja paneeleita, joissa myös laminaatin takapinta on lasia. Näiden paneelien ulkonäköä ja valonläpäisyastetta voidaan säätää kulloisenkin tarpeen mukaisesti. (Naps systems)

Napsin verkkoon kytkettäviin järjestelmiin tarkoitetut aurinkopaneelit on sertifioitu IEC61215-ympäristövaatimusten mukaisesti. Vaatimukseen kuuluvat muun muassa erityisen suuren lumikuorman testi sekä turvallisuusstandardi IEC61730:n läpäisy. Aurinkopaneeleilla on viiden vuoden materiaali- ja valmistustakuu sekä 10 / 25 -vuoden rajoitettu tehotakuu. /12/

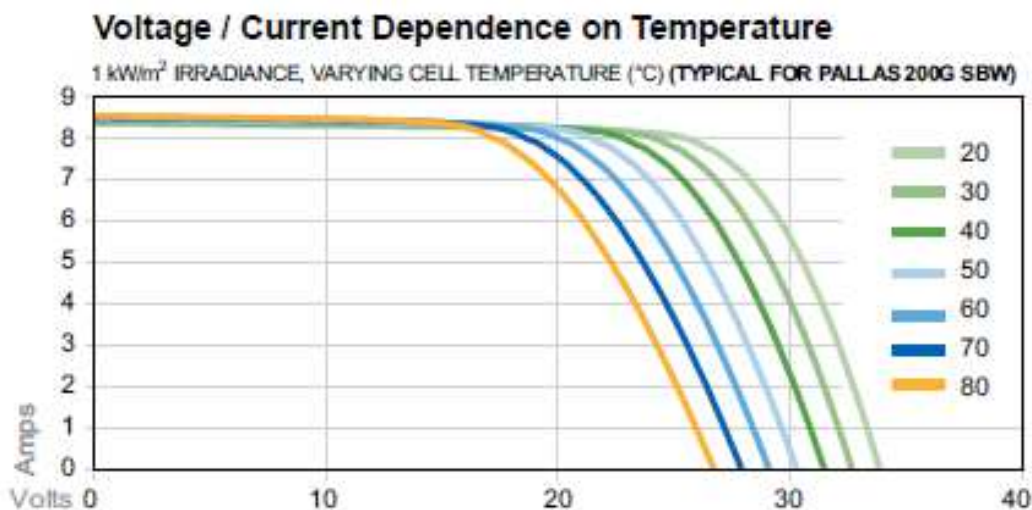
5.1.2 Naps pallas 200 – 210g sbw

Työn esimerkkipaneeleina tulee olemaan Naps systemsin Pallas 200g sbw aurinkopaneeli (Liite 1). Paneelissa on tummansiniset monikiteiset aurinkokennot, jotka näkyvät kuvassa 8. Napsin paneelit ovat luotettavia ja kestäviä ja niille on annettu tehotakuut 10 ja 25 vuodeksi. Ne on myös testattu pohjoisiin oloihin, jolloin ne kestävät lumikuormat sekä suuret lämpötilojen vaihtelut. Napsin Pallas paneelien mekaaninen kestävyys on testattu 5400 Nm/m^2 voimalla.



Kuva 8. Aurinkopaneeli Pallas 205 sbw (Naps Systems Pallas esite)

Kuvassa 9 näkyy kuinka Napsin Pallas paneelien tuotto muuttuu kun paneelin lämpötila kasvaa. Jos paneeli on huonolla paikalla ja huonosti asennettu, sen lämpötila saattaa nousta huomattavasti verrattuna paneeliin, jossa on asennettaessa otettu huomioon myös lämpötilan vaikutukset, kuten hyvä ilman vaihtuminen. /13/



Kuva 9. Jännite/virta suhteessa lämpötilaan. (Naps Systems Pallas esite)

5.2 Paneelien määrät ja kytkennät

Työn paneelikokonaisuuksiin on valittu muutamia vaihtoehtoja, joista voidaan valita sopivin kyseiseen käyttökohteeseen asiakkaan mieltymysten ja tarpeiden mukaan. Kuitenkin lähtökohtana on SMA Solar technology AG invertterien vaatimukset, jotta päästään mahdollisimman hyötytehokkaaseen lopputulokseen. Tämä siksi että invertteriksi on valittu SMA:n eri mallisia inverttereitä, joissa on suuri merkitys siihen millä jännitteen tasolla syötetään.

Paneelien sarjakytkennöillä halutaan päästä sellaiseen lopputulokseen, jossa tuleva tasajännite on invertterin mallista riippuen oikealla jännitealueella, jotta mppt (maximum powerpoint tracking) toimisi oikein ja mahdollistaisi näin parhaan hyötysuhteen.

5.2.1 Kokonaisuudet

Paneelikokonaisuudet on suunniteltu järkeviksi portaiksi loppukäyttäjän kannalta. Kustannusten tasot vaihtuvat portaittain halutun tuoton ja hintatason mukaan. Sarjat ovat muokattavissa sen yhteyteen valitun invertterin mukaan, joka määrää sarjan tehon jännitteen ja maksimivirran.

Sarjaan kytkettyjä paneeleita voidaan lisätä, kun huomioidaan invertterin sisään tulevan tasajännitteen ja tehon maksimi sekä kaapelien kokoluokat. Lisäksi järjestelmissä, joissa on myös rinnan kytkettyä tehoa, tulee huomioida muuttuvat virta-arvot invertterin keston mukaan.

5.3 SMA Solar technology AG

SMA on Saksalainen yritys joka on yksi maailman johtavista pv-invertterien valmistajista, SMA työllistää yli 5500 työntekijää globaalisti ja teki 1,7 miljardin liikevaihdon vuonna 2011.

Yrityksen tuotevalikoimassa on monipuolisesti inverttereitä erikokoisille aurinkoenergian tuotantoyksiköille, alkaen alle kVA:n laitteistoista portaittain nousten keskijänniteverkon puolelle tarkoitettuihin laitteistoihin, joissa on jopa 1600 kVA:n ja 20kV ulostulot. /7/

5.3.1 SMA Sunnyboy 1200

Työn pieneksi invertterimalliksi on valittu edullinen Sunnyboy-sarjan malli 1200, jossa mallimerkinnän mukaan maksimi vaihtovirran teho on 1200 VA. Malli on vanhemman tekniikan muuntajallinen rakenne, jolloin invertterin hyötysuhde on hieman heikompi kuin uudemmissa, muuntajattomissa vaihtoehtoissa. Menetetty teho on kuitenkin niin pieni tämän kokoisissa järjestelmissä, että rahallisesti tämän eron takaisinmaksu kestää pitkään.

Sunnyboy 1200:n suojauslaitteisto on vastaava kuin uudemmissakin malleissa, joista löytyy SMA Grid monitoring, joka seuraa kantaverkon tilaa ja kytkee syötön pois jos tämä havaitsee verkon poiskytketymisen. /14/



Kuva 10. Sunnyboy 1200 (SMA)

5.3.2 SMA Sunnyboy 3000 TL

TL-sarja on muuntajaton invertteri, jossa tehohäviöt ovat muutaman prosentin pienemmät kuin esimerkiksi Sunnyboy 1200 invertterissä. TL 3000-5000 sarja on tarkoitettu hieman isommille järjestelmille, joissa päästään noin 3000 – 5000 VA:n tehoihin.

Työhön on valittu sarjan malli TL3000 joka on vielä yksivaiheinen invertteri. Tästä isommat mallit kuten tl-4000 ja 5000 ovat kaksivaiheisia inverttereitä.

Sb 3000TL myös on varustettu SMA grid guardilla, jolla pystytään valvomaan verkon tilaa. /15/



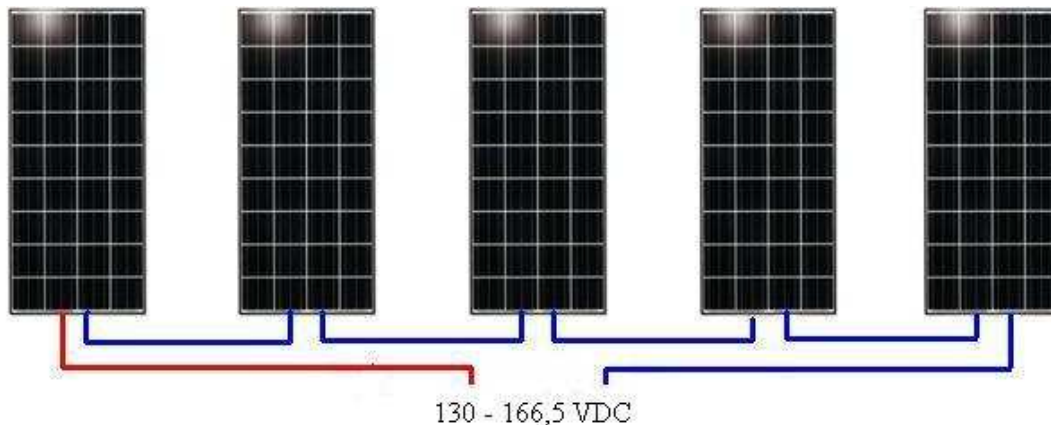
Kuva 11.Sunnyboy 3000TL (SMA)

5.4 Edullisin vaihtoehto

Pienin tehotaso tulee viidestä paneelista, joiden ulostulojännite vaihtelee 130 – 166,5 VDC välillä. Viiden paneelin sarjakytkenällä päästään riittävän isoon jännitteeseen, jotta SMA:n Sunnyboy 1200 invertterin mpp-alueen minimi (100 VDC) , sekä laitteen nimellissisääntulo (120VDC) ylittyivät.

Viiden Pallas 205 aurinkopaneelin sarjaankytkentä (kuva 12) tuottaa stc (Standard test conditions) olosuhteissa maksimissaan 1025 W ja noct (Normal operating cell temperature) olosuhteissa päästään noin 737,5W tehoon, joka on lähempänä todellista tuottoa kuin stc olosuhteiden antama nimellinen tuotto.

Sunnyboy 1200 invertterillä laajennusmahdollisuudet ovat vähäiset; kuuden paneelin sarjaan kytkentä on suurin vaihtoehto. Tämän jälkeen kyseeseen tulee seuraava invertterimalli, joka on Sunnyboy 1700, mutta kyseinen invertteri vaatii Pallas paneeleita vähintään seitsemän kpl sarjaan, jotta saadaan riittävä minimijännite täydellä teholla.



Kuva 12. Viiden Pallas 205 -aurinkopaneelin sarjaankytkentä (antennikauppa.fi)

5.5 Tehokkaammat uuden tekniikan tuomat vaihtoehdot

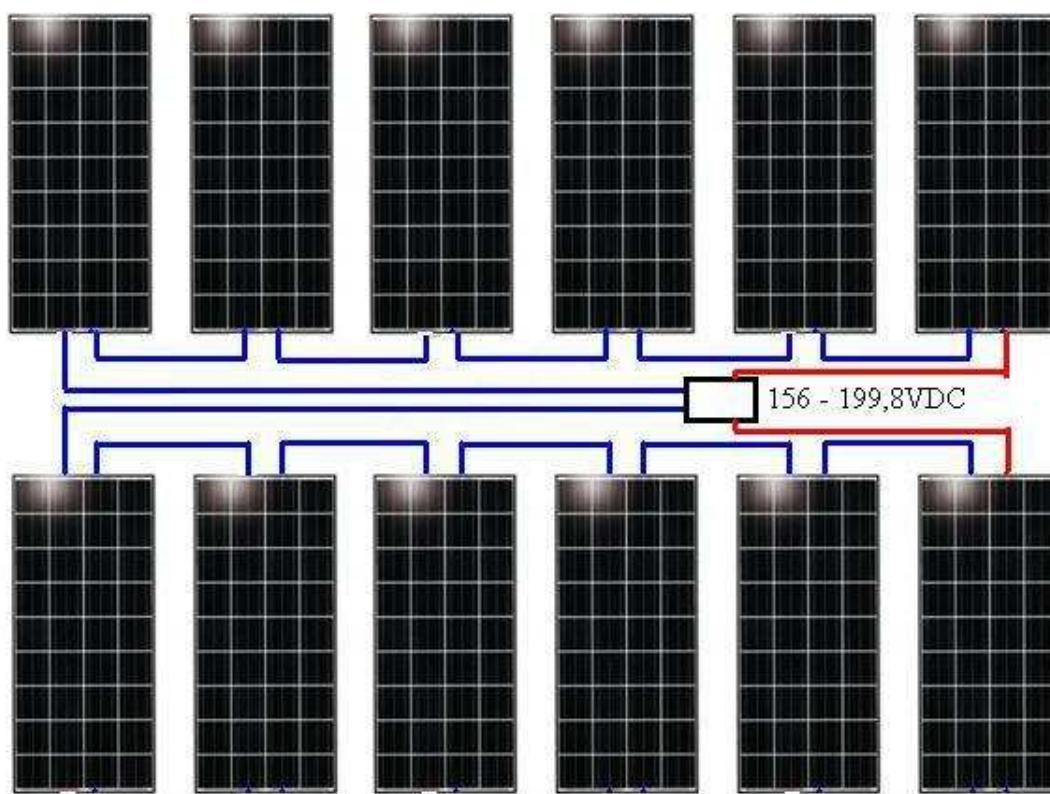
Seuraavalla paneelisarjan tehotasolla on sarjassa kuusi paneelia sekä siihen on lisäksi rinnan kytketty toiset kuusi paneelia (kuva 13.). Jännitteen taso on kuormasta riippuen 156 – 199,5 VDC ja invertteriksi käy esimerkiksi Sunnyboy 3000TL, jossa jää

vielä neljän Pallas paneelin laajennusmahdollisuus. Tämän jälkeen pitää siirtyä seuraavaan invertterikokoon.

12 Pallas 205 aurinkopaneelin kytkennällä päästään 2460 W tehoon stc olosuhteissa ja noin 1770 W tehoon noct olosuhteissa.

Sunnyboy TL 3000 - 5000 sarja on uudempaa kalustoa kuin edullisempi Sunnyboy 1200 – 3000 sarja. Suurin ero käytännössä loppukäyttäjälle on TL-sarjan muuntajaton toiminta, joka mahdollistaa noin 5% pienemmät tehohäviöt verrattuna Sunnyboy-sarjaan, jossa on vanhempi muuntajallinen rakenne.

TL-sarjan euro hyötysuhteet mallista riippuen vaihtelevat 96,3 – 96,5 % välillä, kun taas Sunnyboy-sarjan hyötysuhde vaihtelee välillä 90,9 – 93,6 %, jolloin muutaman kilowatin järjestelmissä tuotetun energian häviöero vastaa yhden aurinkopaneelin tuottamaa energiaa.



Kuva 13. 12 Pallaksen kytkentä, jossa kaksi kuuden paneelin sarjakytkentää rinnan.

5.6 Sunnyboy 1200 ja 6kpl Naps pallas 200G

Tämä kokonaisuus on suunniteltu käytettäväksi missä tahansa kohteessa, jossa on sähköliittymä, koska järjestelmä syöttää ylimääräisen energian verkkoon, jolloin akustoja, joihin voisi varastoida energiaa, ei ole.

Järjestelmän tarvikkeissa on otettu huomioon pohjoisen olot, joissa Naps Systemsin paneelit ovat tunnetusti luotettavia ja kestäviä. Invertterin hyötysuhde on hyvä muuntajalliseksi invertteriksi.

Invertteri on valmiiksi tehtaalla ohjelmoitu suomalaisten säännösten mukaisiksi ja verkon tunnistus kuuluu invertterin ominaisuuksiin, tällöin ei tarvitse rakentaa erillistä laitteistoa sitä varten. Lisää tietoa ja ominaisuuksia invertteristä löytyy Sunny-Boy:n esitteestä (liite 2)

Pääkeskukseen tuleva energiamittari EC365B takaa tarkan mittauksen tuotetusta/kulutetusta energiasta. Mittari on kaksisuuntainen jolloin se mittaa käytetyn ja tuotetun energian erikseen.

5.6.1 Paneeliston tuotto

Napsin kuuden Pallas 200G paneelin maksimiteho stc-olosuhteissa on 1,2kW, mutta käytännössä noct-olosuhteissa Napsin mukaan teho on 718,5W. Näihin tuottoihin päästään kuitenkin vain parhaimpiin aikoihin vuodesta, jos paneelien kulmat ja asennuspaikat on tehty oikein.

5.6.2 Sunny design

Suuntaa antava tieto saadaan helposti SMA:n Sunnydesing ohjelmistolla, jolla saadaan tehtyä esimerkkikokoonpanoja eri aurinkopaneelien kanssa käyttäen SMA:n eri inverttereitä.

Suunnitteluohjelmaan syötetään tiedot rakennuskohteen sijainnista, asennustavasta, asennuskulmasta, laitteistosta ja kaapeleista. Näillä tiedoilla saadaan laskettua arvioitu järjestelmän tuotto.

Ohjelmisto myös vertaa paneelien annetuista tiedoista ja kytkentätavoista, että paneelistosta tuleva jännitteet ja virrat käyvät valitulle invertterille.

Työssä lasketulle kokoonpanolle on valittu asennustavaksi katto-asennus, jossa on 40 asteen asennuskulma. Lämpötilat on arvioitu Ilmatieteen laitoksen muutaman edellisen vuoden lämpötilatietojen perusteella.

Esimerkkikohteen kulutus on 15 000 kWh vuodessa, joka muodostuu sähkölämmittelyn omakotitalon ja neljän hengen vuotuisesta kulutuksesta.

Ohjelmisto arvioi, että paneeliston vuosittainen tuotto olisi 1048,80 kWh, josta omakäyttö olisi 99,4%. Tällöin verkkoon syötetty osuus on lähes olematonta (tarkemmat tiedot liitteessä 3). /9/

5.6.3 Johdotus- ja yleiskaavio

Johdotuskuvassa on laitteiston johdotukset aurinkopaneelilta aina pääkeskukselle asti (Liite 4). Yleiskaaviossa on yksinkertaistetusti esitetty järjestelmän laitteistot (Liite 5). Tarkemmat tiedot kaapeleista ja lisätarvikkeista, kuten kotelot, turvakytkimet ja ylijännitesuojat yms. Löytyvät tavikeluettelosta (liite 6).

5.7 Sunnyboy 3000TL ja 16kpl Naps pallas 200g

Kokonaisuus on paneelimäärältään kolme kertaa isompi, käytännössä kuitenkin hyötysuhde on hieman parempi kuin pienemmässä kuuden paneelin järjestelmässä. Tähän eniten vaikuttavat muuntajaton invertterirakenne, joka on häviöiltään pienempi. Invertterin häviöiden lisäksi suurempi tasasähköpuolen jännite pienentää kaapeleiden häviöitä suhteessa kaapelien pituuteen.

Järjestelmän suurin ero edelliseen on uudemman sukupolven invertteri, joka on edeltäjänsä kehittyneempi niin järjestelmällisesti kuin teknisestikin.

Hyötysuhteen lisäksi etuna loppukäyttäjän kannalta on bluetooth-yhteydellä toimiva seuranta suoraan invertteristä. Ohjelmistolla pystyy seuraamaan hetkellistä tuottoa sekä aikaisempia tapahtumia. Lisää invertterin ominaisuuksista liitteessä (Liite 7)

5.7.1 Paneeliston tuotto

Napsin 16 Pallas 200G paneelin maksimiteho stc-olosuhteissa on 3,2kW, mutta käytännössä noct-olosuhteissa Napsin mukaan teho on 2299,2kW. Näihin tuottoihin päästään kuitenkin vain parhaimpiin aikoihin vuodesta, jos paneelien kulmat ja asennuspaikat on tehty oikein.

5.7.2 Sunny design

Kokoonpanojen vertailussa on käytetty samanlaista esimerkkikohdetta kuin pienemmässä kokoonpanossa eli kulutus on 15 000 kWh vuodessa, joka muodostuu sähkölämmitteisen omakotitalon ja neljän hengen vuotuisesta kulutuksesta.

Ohjelmiston arvio tuotetusta energiasta on 2935,40kWh, oman käytön osuus tuotannosta on laskenut 78,3%:iin. Tällöin kantaverkkoon siirretyn energian määrä olisi 635,57kWh (Liite 8).

5.7.3 Johdotus- ja yleiskaavio

Tämän laitteiston johdotuskuva on liitteessä 9 ja yleiskaavio liitteessä 8. Myös tarvikkeet on eroteltu pienillä lisäyksillä pienempään järjestelmään (Liite 11).

6 YHTEENVETO

6.1 Kokonaisuuden valinnan vaikeus

Tällä hetkellä Suomessa valintaa vaikeuttaa huomattavasti syöttötariffin puuttuminen aurinkoenergiaa käyttäviltä mikrotuotantolaitoksilta. Tuottajan vain ei ole mahdollista myydä ylimääräistä tuotettua energiaa verkkoon.

Tästä johtuen olisi kustannustehokkainta käyttää kaikki tuotettu energia kohteessa mahdollisimman hyvin. Tällöin kuitenkin normaalissa pien- ja maatalokohteessa tuo-

tannon määrän tulisi olla hyvin pientä, jotta keväällä ja kesällä tuotettu energia saataisiin käyttöön. Eli silloin, kun aurinkoenergiaa on eniten saatavilla, sitä tarvitaan vähiten.

Mahdollisuus varautua tulevaisuudessa käyttöön otettavaan aurinkoenergian syöttötariffiin on myös hankalaa laitteistojen kannalta, kun pitää ottaa huomioon yhteensopivuudet. Ei ole hyötysuhteen kannalta järkevää sijoittaa pääomaa riittävän isoon invertteriin, kun invertteri vaatii tietyn määrän paneeleita toimiakseen hyvällä hyötysuhteella.

Paneelien valinnalla ja kytkentätavalla on kuitenkin suuri vaikutus kokonaisuuteen, sillä kytkennällä voidaan vaikuttaa paneelisarjojen jännitteisiin ja virtoihin. Tällä tavoin voidaan mahdollisuuksien mukaan saada jännitteet invertterille sopivaan suuruuteen kuitenkin pitäen laitteiston tehot samalla tasolla.

Tällöin on paneeleita lisätessä muistettava tarkistaa etteivät jännitteet mene yli invertterin mppt (maximum power point tracking) alueen. Myös paneelisarjojen uudelleenkytkennällä on mahdollisuus vaikuttaa jännitetasoihin.

Muutosten mahdollisuudet ovat kuitenkin hyvin rajalliset ja suuremmissa muutoksissa on syytä asentaa kokonaan uusi järjestelmä vanhan rinnalle. Tai vaihtoehtoisesti liitetään vanhat paneelisarjat uuteen invertteriin.

6.2 Muutosten mahdollisuus esimerkkeihin

Sunnyboy 1200 -laitteistoa juuri tämän työn paneeleilla ja invertterillä ei ole mahdollista laajentaa, mutta rakennusvaiheessa voidaan jättää yksi paneeli pois, jolloin voidaan hieman säästää kustannuksissa.

Kuitenkin laitteistoon on mahdollista valita suurempi invertteri, kun huomioidaan laitteistojen virran ja jännitteen kesto sekä kaapelien pituudet. Tällöin esimerkiksi Sunnyboy 1700 mahdollistaisi kahdeksan tai yhdeksän Naps 200G -paneelin käytön. Sunnyboy 3000TL:n vaihtaminen isompaan, kuten malleihin 4000- ja 5000TL mahdollistaa sen, että järjestelmä voidaan pitää hyvin samanlaisena ja lisätä paneeleita kahteen paneeliketjuun, kun huomioidaan ac- ja dc-puolen virran kasvu. Tällöin tuli-

si vaihtaa kaapelit, johdonsuojat ja erotuskytkimet ac-puolelta. Dc-puolella johdon suojien jännitteen kesto ei riitä.

Tästä voidaan päätellä, että jokainen laitteisto tulisi suunnitella sen käyttökohteen mukaan, jotta kustannustehokkuus olisi mahdollisimman hyvä. Tällöin verkkoon ilman korvausta syötetty energia olisi mahdollisimman pientä, kuitenkin huomioiden kohteen käytön suuruuden.

6.3 Johtopäätökset

Aurinkoenergia omana energianlähteenä on hyvä tapa tuottaa energiaa puhtaasti ja vaivattomasti. Fiksusti käyttökohteeseensa suunniteltu ja asennettu laitteisto on pitkäikäinen eikä tarvitse huomattavaa määrää huoltoa.

Laitteiston tuotto on Suomessakin kohtuullisen hyvä verrattuna eteläisempiinkin Euroopan maihin. Tällöin sijaintimme ei ole esteenä hyvälle aurinkoenergian tuotolle. Suomessa kuitenkin pitkä pimeä kausi talvella heikentää aurinkoenergian tuoton käytettävyyttä muihin uusiutuviin energianlähteisiin nähden. Tällöin suurimman energiamäärän tarpeen aikaan paneelien tuotto on hyvin vähäistä. Lisäksi silloin, kun energian tuotto on parhaimmillaan, niin kulutus on vähäistä, jolloin energiaa riittäisi paremmin verkkoon siirrettäväksi. Tässä kuitenkin tulee ongelma vastaan; aurinkoenergian syöttötariffin puuttuminen ja siihen liittyvän mahdollisen ylimääräisen energian myymättä jääminen, joka ilmenee kannattavuuden heikentymisenä.

Laitteistoja aurinkoenergiajärjestelmiin on markkinoilla todella paljon. Työn esimerkkilaitteet on valittu hyvien hyötysuhteiden ja käytettävyyden pohjalta niin loppukäyttäjän kuin asennuksienkin kannalta.

Järjestelmien kokoluokassa katsottiin vain pienimmästä päästä olevia verkkoon kytkettäviä laitteita, jotka ovat vajaasta kilowatista muutamaan kilowattiin. Näiden kokoluokat ovat järkeviä ajatellen kohteen omaa kulutusta ja kun verkkoon siirto on vähäistä.

Aurinkoenergia on kuitenkin nykyään jokaisen saatavilla ja pienellä panostuksella pääsee rakentamaan parempaa huomista.

LÄHTEET

/1/ Energiateollisuus ry, 2009, Verkostosuositus YA9:09 Mikrotuotannon liittäminen sähköverkkoon [Viitattu 19.5.2012]

http://energia.fi/sites/default/files/mikrotuotannon_liittaminen_verkostosuositus_lopuullinen_2009.pdf

/2/ Tekes, 2001, Aurinkoenergia Suomen olosuhteissa ja sen potentiaali ilmastonmuutoksen torjunnassa [Viitattu 9.6.2011].

http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/3rdeport_final.PDF

/3/ SFS-käsikirja 6000, Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 2007. SFS ry. 1.painos. Lokakuu 2007. Helsinki. Suomen standardoimisliitto.

/4/ ABB, [ABB factory in Finland unveils largest solar power plant in Nordic countries](#) [Viitattu 20.7.2012]

<http://www.abb.com/cawp/seitp202/1abf6e2cb6f0b41ec1257744002d622f.aspx>

/5/ Gjurat solarpark, Asia´s largest solarpark [Viitattu 23.5.2012]

<http://www.gujaratsolarpark.com>

/6/ Antennikauppa, [Viitattu 10.6.2012]

www.antennikauppa.fi

/7/ SMA, Company [Viitattu 19.8.2012]

www.sma.de

/8/ Energiateollisuus ry, Markku Rissanen Savon voima, 2010, Tuntimittauksen periaatteita [10.10.2012]

http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/tuntimittausuusitus_2010_linkit_paivitetty.pdf

/9/ SMA, Sunny design 2.3

<http://www.sma.de/en/products/plant-planning.html>

/10/ TVO, Olkiluoto [Viitattu 18.11.2012]

www.olkiluoto4.fi

/11/ Naps Systems, Naps [Viitattu 23.3.2012]

<http://www.napssystems.com/fi>

/12/ Naps Systems, Aurinkopaneelit verkkojärjestelmiin [Viitattu 23.3.2012]

<http://www.napssystems.com/fi/grid-modules-2012>

/13/ Naps Systems, Naps Pallas 200-210G SBW, [Viitattu 24.3.2012]

<http://www.napssystems.com/images/stories/PDF/ourmodules/NapsPallasSBW.pdf>

/14/ SMA, Sunny boy 1200 [Viitattu 21.8.2012]

<http://www.sma.de/en/products/solar-inverters-with-transformer/sunny-boy-1200-1700-2500-3000.html>

/15/ SMA, Sunny boy 3000TL [Viitattu 21.8.2012]

<http://www.sma.de/en/products/solar-inverter-without-transformer/sunny-boy-3000tl-4000tl-5000tl.html>

**Pallas
200-210G
SBW**



Naps Pallas 200-210G SBW

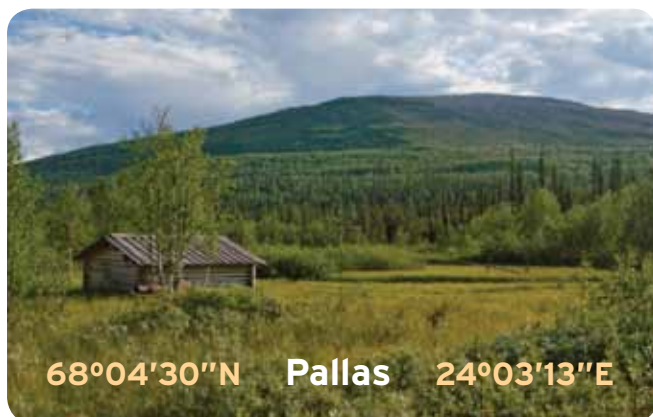
Naps Systems' 30 years of solar power experience in all continents and conditions provide the highest level of quality and power in an attractive and dependable package.

High power and efficiency

Naps Pallas series of solar modules contain 54 high efficiency dark blue polycrystalline solar cells. The cells are carefully selected to assure a narrow and positive power range, thus minimising mismatch losses in the system.

Dependable construction and long life

Featuring the highest standards of construction and materials, Naps Pallas solar modules are able to withstand the harshest environments and continue to perform efficiently. Properly installed, these modules have a design life well beyond the power warranty. Limited power warranties are given for both 10 and 25 years. The modules are tested to meet or exceed all relevant international standards and the highest requirements for quality and performance.



68°04'30"N Pallas 24°03'13"E

Glass type:

S
SMOOTH

Frame colour:

B
BLACK

Backsheet colour:

W
WHITE

- Carefully selected polycrystalline silicon solar cells for close tolerance
- Solar cells treated for reduced reflection and for efficient conversion of both direct and diffuse light
- Electrical circuit laminated between layers of ethylene vinyl acetate (EVA) for electrical isolation, moisture resistance and UV stability
- Low iron content, tempered glass for mechanical protection and high light transmission
- Multi-layered polymer backsheet for resistance to abrasion, tears and punctures and dependable electrical insulation
- Rugged and lightweight anodised aluminium frame with mounting, grounding and drainage holes
- Junction box with pre-fitted cables and quick connectors designed for ease and safety
- Wired-in bypass diodes to reduce potential loss of power and damage from partial array shading
- Tested for a wide range of operating conditions (-40°C to +85°C)
- Tested to withstand the highest wind, hail storm and snow load requirements (5400 N/m²)
- Designed to meet or exceed the environmental requirements of IEC61215
- Designed to meet the requirements of IEC61730, including Safety Class II to IEC61140

www.napssystem.com

NAPS 
Power of Light

Specifications: Naps Pallas 200-210G SBW

Performance at STC

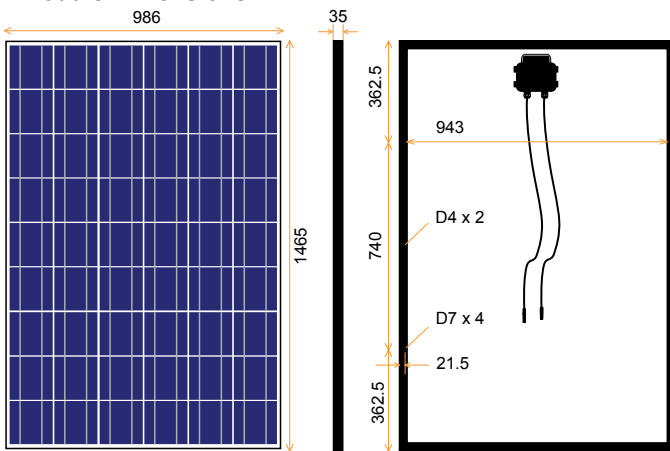
	200G SBW	205G SBW	210G SBW
Product code	N00354	N00355	N00356
Maximum power (W/Pmax)	200	205	210
Maximum power tolerance (W)	+5/-0	+5/-0	+5/-0
Current (typical at max power) (A/Ip)	7.70	7.89	8.07
Voltage (typical at max power) (V/Vp)	26.0	26.0	26.0
Short circuit current (typical) (A/Isc)	8.35	8.52	8.69
Open circuit voltage (typical) (V/Voc)	33.3	33.3	33.4
Module efficiency (minimum) (%)	13.8	14.2	14.5
Module efficiency (maximum) (%)	14.2	14.5	14.9

Performance at NOCT and 800 W/m²

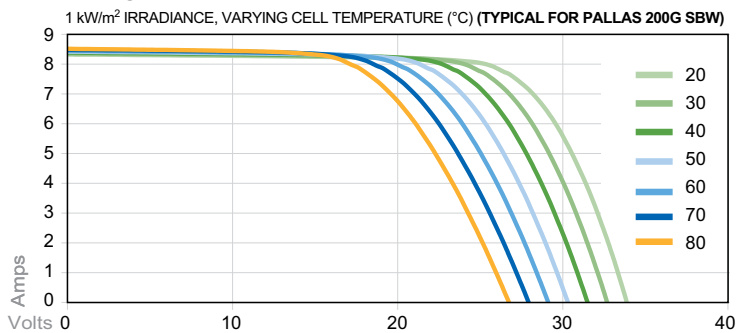
	200G SBW	205G SBW	210G SBW
Maximum power (W/Pmax)	143.7	147.5	151.2
Current (typical at max power) (A/Ip)	6.11	6.26	6.42
Voltage (typical at max power) (V/Vp)	23.5	23.5	23.6
Short circuit current (typical) (A/Isc)	6.76	6.89	7.03
Open circuit voltage (typical) (V/Voc)	30.4	30.5	30.6



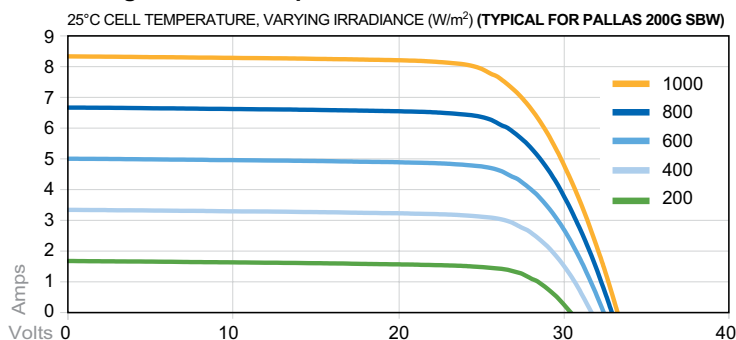
Module Dimensions



Voltage / Current Dependence on Temperature



Voltage / Current Dependence on Irradiance



Mechanical Details

Overall length (mm)	1465
Overall width (mm)	986
Area (m ²)	1.444
Thickness at edge (mm)	35
Weight (kg)	19.4

Construction

Cell type	polycrystalline
Cells	54
Cell dimensions (mm)	156 x 156
Cell electrical circuit (series x parallel)	54 x 1
Cell layout (horizontal x vertical)	6 x 9
Glass thickness (mm)	4.0
Junction box type	S PV1410-2
Bypass diodes factory fitted	3
Cables (4.0 mm ²)	2 x 1 m
Connector type	H+S Radox push-pull 4mm
Other connector options available to special order	

Protection Class

IEC61730 Application Class A, equivalent to Safety Class II

Maximum System Voltage

Voltage (V)	1000
-------------	------

Overcurrent Protection

Series fuse protection rating (A)	15
Reverse current maximum (A)	15

Mechanical Load

Tested to (N/m ² = Pa)	5400
According to IEC 61215-2 extended test for heavy snow load	

Temperature Coefficients at STC type

Open circuit voltage (V/K)	-0.120
Short circuit current (A/K)	0.0039
Maximum power (%/K)	-0.54

Efficiency Reduction from STC

Reduction (approximately) (%)	5
Cell temperature (°C)	25
Irradiance change (W/m ²)	from 1000 to 200
Air Mass	1.5

STC = Standard Test Conditions

Cell temperature (°C)	25
Irradiation (W/m ²)	1000
Air Mass	1.5

NOCT = Normal Operating Cell Temperature

Cell temperature (°C)	46
Irradiation (W/m ²)	800
Ambient temperature (°C)	20
Wind speed (m/s)	1
Free air access to module rear	



Naps Systems Ltd • Pakkalankuja 7, FI-01510 Vantaa, Finland
Tel. +358 20 7545 666 • sales@napssystem.com • www.napssystem.com

NAPS
Power of Light

Specifications may change without notice due to Naps' policy of continuous product development. Please confirm current specification before purchase. All product rights belong exclusively to Naps Systems Ltd. DS/PallasSBW/EN/2/10_2000

SUNNY BOY 1200 / 1700 / 2500 / 3000

SB 1200 / SB 1700 / SB 2500 / SB 3000



Safe

- Integrated ESS DC switch-disconnector
- Galvanic isolation

All purpose

- For indoor and outdoor installation
- Suitable for generator grounding

Reliable

- Tried and tested technology
- Maintenance free, thanks to convection cooling

Simple

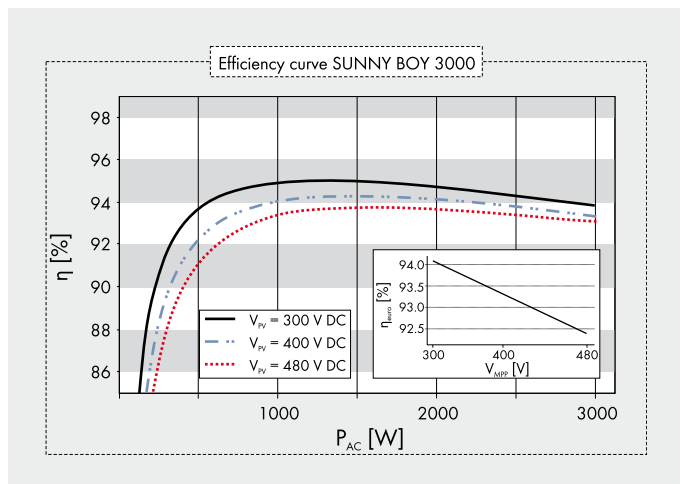
- DC plug system SUNCLIX

SUNNY BOY 1200 / 1700 / 2500 / 3000

Proven technology for secure investments

Universally applicable: the Sunny Boy inverters 1200, 1700, 2500 and 3000 are used in the most diverse AC grids thanks to their galvanic isolation. In addition, the devices are suitable for simple grounding of the generator. Their integrated ESS DC switch-disconnector makes installation simpler while also reducing assembly costs. Equipped with the OptiTrac MPP-tracking process, it will always find the best working point, even under dynamic weather conditions. In this way, it reliably converts solar energy into solar yield.

Technical data	Sunny Boy 1200	Sunny Boy 1700	Sunny Boy 2500	Sunny Boy 3000
Input (DC)				
Max. DC power (@ $\cos \varphi = 1$)	1320 W	1850 W	2700 W	3200 W
Max. DC voltage	400 V	400 V	600 V	600 V
MPP voltage range	100 V - 320 V	147 V - 320 V	224 V - 480 V	268 V - 480 V
DC nominal voltage	120 V	180 V	300 V	350 V
Min. DC voltage / start voltage	100 V / 120 V	139 V / 180 V	224 V / 300 V	268 V / 330 V
Max. input current / per string	12.6 A / 12.6 A	12.6 A / 12.6 A	12 A / 12 A	12 A / 12 A
Number of MPP trackers / strings per MPP tracker	1 / 2	1 / 2	1 / 3	1 / 3
Output (AC)				
AC nominal power (@ 230 V, 50 Hz)	1200 W	1550 W	2300 W	2750 W
Max. AC apparent power	1200 VA	1700 VA	2500 VA	3000 VA
Nominal AC voltage; range	220, 230, 240 V; 180 V - 265 V	220, 230, 240 V; 180 V - 265 V	220, 230, 240 V; 180 V - 265 V	220, 230, 240 V; 180 V - 265 V
AC grid frequency; range	50, 60 Hz; ± 4.5 Hz	50, 60 Hz; ± 4.5 Hz	50, 60 Hz; ± 4.5 Hz	50, 60 Hz; ± 4.5 Hz
Max. output current	6.1 A	8.6 A	12.5 A	15 A
Power factor ($\cos \varphi$)	1	1	1	1
Phase conductors / connection phases	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Efficiency				
Max. efficiency / Euro-eta	92.1 % / 90.9 %	93.5 % / 91.8 %	94.1 % / 93.2 %	95.0 % / 93.6 %
Protection devices				
DC reverse-polarity protection	●	●	●	●
ESS switch-disconnector	●	●	●	●
AC short circuit protection	●	●	●	●
Ground fault monitoring	●	●	●	●
Grid monitoring (SMA Grid Guard)	●	●	●	●
Galvanically isolated / all-pole sensitive fault current monitoring unit	●/—	●/—	●/—	●/—
Protection class / overvoltage category	I / III	I / III	I / III	I / III
General data				
Dimensions (W / H / D) in mm	440 / 339 / 214	440 / 339 / 214	440 / 339 / 214	440 / 339 / 214
Weight	23 kg	25 kg	28 kg	32 kg
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Noise emission (typical)	≤ 41 dB(A)	≤ 46 dB(A)	≤ 33 dB(A)	≤ 30 dB(A)
Internal consumption (night)	< 0.1 W	< 0.1 W	< 0.25 W	< 0.25 W
Topology	LF transformer	LF transformer	LF transformer	LF transformer
Cooling concept	Convection	Convection	Convection	Convection
Electronics protection rating / connection area (as per IEC 60529)	IP65 / IP65	IP65 / IP65	IP65 / IP65	IP65 / IP65
Climatic category (per IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H	4K4H	4K4H
Features				
DC connection: SUNCLIX	●	●	●	●
AC connection: screw terminal / plug connector / spring-type terminal	-/●/—	-/●/—	-/●/—	-/●/—
Display: text line / graphic	●/—	●/—	●/—	●/—
Interfaces: RS485 / Bluetooth®	○/○	○/○	○/○	○/○
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Certificates and permits (more available on request)	CE, VDE 0126-1-1, UTE C 15-712-1, DK 5940*, RD 1663, G83/1-1, CER/06/190 (only SB 1700), PPC, AS4777, EN 50438**, C10/C11, PPDS, IEEE 929		CE, VDE 0126-1-1, DK 5940*, RD 1663, G83/1-1, CER/06/190, PPC, AS4777, EN 50438**, C10/C11, PPDS	
*Only applies to IT variants, ** Does not apply to all national deviations of EN 50438				
● Standard features ○ Optional features — not available Data at nominal conditions				
Type designation	SB 1200	SB 1700	SB 2500	SB 3000



Accessories



RS485 interface of type 485PB-NR



Bluetooth® Piggy Back BTPBINV-NR



Grounding set "Positive" ESHV-P-NR



Grounding set "Negative" ESHV-P-NR

Any Company
Any Street 21
54321 Any Town

Tel.: +49 123 456-0
Fax: +49 123 456-100
E-Mail: info@any-company.de
Internet: www.any-company.de

Project name: Sunnyboy 1200 (6)
Project number: 1
Project file:

Location: Finland / Helsinki
Grid voltage: 1~230 V

System overview

6 x Naps NP 200G (Naps 6)

Azimuth angle: 0°, Inclination: 40°, Mounting type: Roof, PV peak power: 1,20 kWp

1 x SB 1200

Technical data

Total number of PV modules:	6	Energy usability factor:	100 %
PV peak power:	1,20 kWp	Performance ratio (approx.):*	77,5 %
Number of inverters:	1	Spec. energy yield (approx.):*	874 kWh/kWp
Nominal AC power:	1,20 kW	Line losses (in % of PV energy):	---
AC active power:	1,20 kW	Unbalanced load:	1,20 kVA
Active power ratio:	100 %	Self-consumption:	1042,56 kWh
Annual energy yield (approx.):*	1048,80 kWh	Self-consumption quota:	99,4 %

Sunny Design 2.30.0.R

Signature

*Important: The yield values displayed are estimates. They are determined mathematically. SMA Solar Technology AG accepts no responsibility for the real yield value which can deviate from the yield values displayed here. Reasons for deviations are various outside conditions, such as soiling of the PV Modules or fluctuations in the efficiency of the PV modules.

Evaluation of design

Project name: Sunnyboy 1200 (6)

Project number: 1

Project file:

Location: Finland / Helsinki

Ambient temperature:

Record Low Temperature: -31,00 °C

Average High Temperature: 16,00 °C

Record High Temperature: 31,00 °C

Part project 1

1 x SB 1200

PV peak power:	1,20 kWp
Total number of PV modules:	6
Number of inverters:	1
Max. DC power:	1,32 kW
Max. AC power:	1,20 kW
Grid voltage:	230 V
Nominal power ratio:	110 %



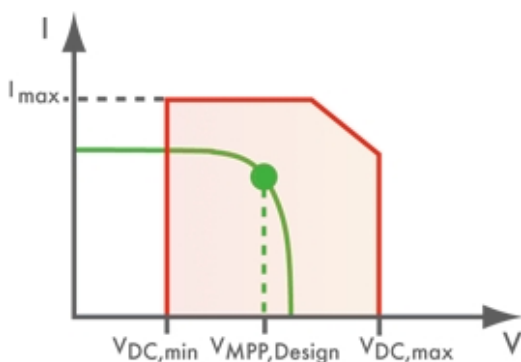
SB 1200

Technical data

Input A: Naps 6

6 x Naps NP 200G, Azimuth angle: 0°, Inclination: 40°, Mounting type: Roof

	Input A:		
Number of strings:	1		
PV modules per string:	6		
Peak power (input):	1,20 kWp		
Typical PV voltage:	152 V	✓	
Min. PV voltage:	147 V	✓	
Min. DC voltage (Grid voltage 230 V):	100 V		
Max. PV voltage:	216 V	✓	
Max. DC voltage (Inverter):	400 V		
Max. current of PV array:	7,7 A	✓	
Max. DC current:	12,6 A		



PV/Inverter compatible

Sunny Design 2.30.0.R

Self-consumption

Project name: Sunnyboy 1200 (6)

Location: Finland / Helsinki

Project number: 1

Project file:

Information on self-consumption

Load profile: 4-person household
Private household with typical load peaks at lunchtime and further consumption increases in the morning and evening.

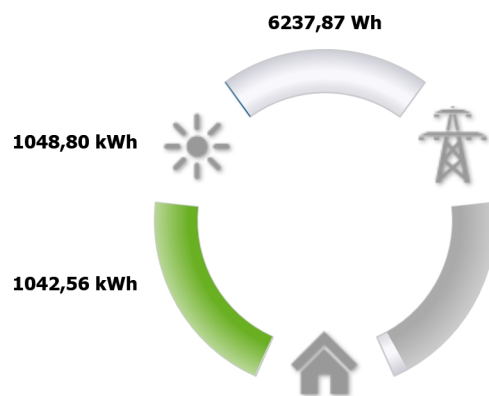
Energy consumption per year: 15000,00 kWh

Result

Energy yield of the PV plant	1048,80 kWh
Grid feed-in	6237,87 Wh
Consumption	13957,44 kWh
Self-consumption	1042,56 kWh
Self-consumption quota (in % of PV energy)	99,4 %



Self-consumption quota 99,4 %

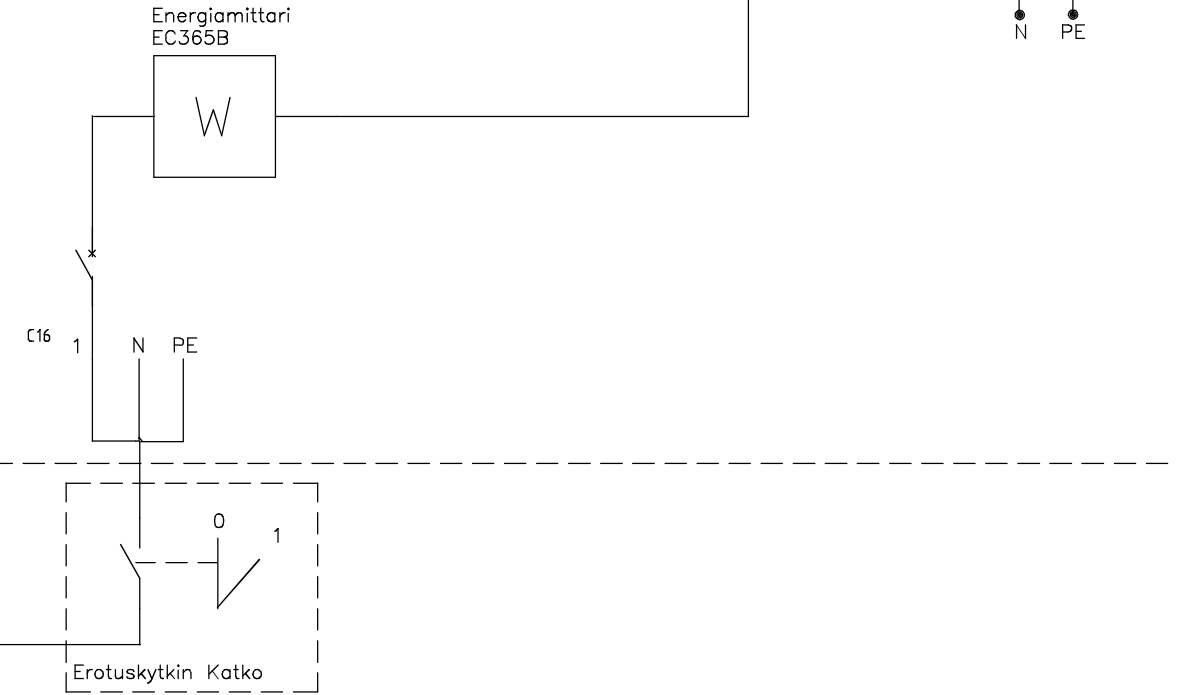
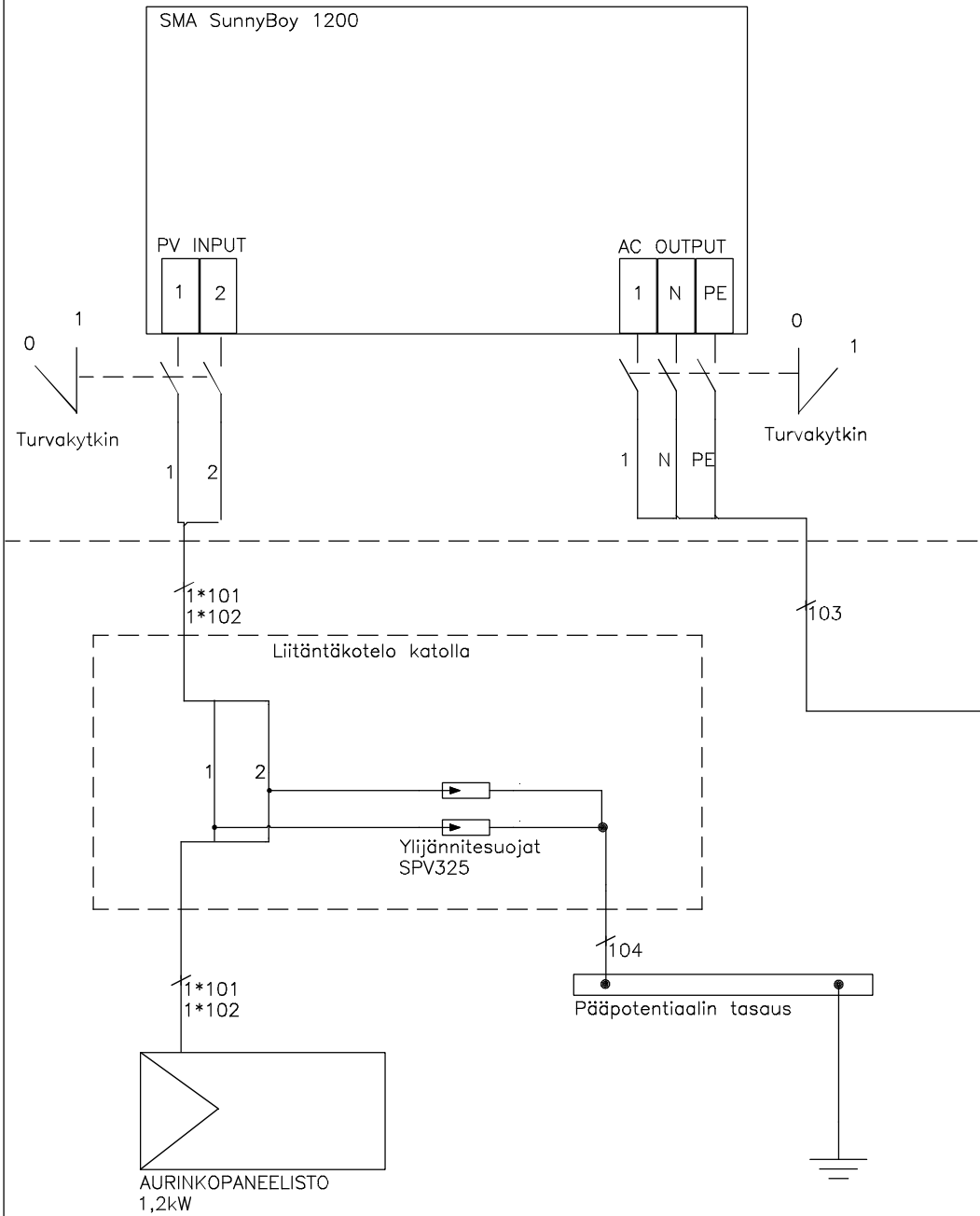


The displayed results are estimated values which are derived mathematically. SMA Solar Technology AG accepts no liability for the actual self-consumption which may deviate from the values displayed here. The potential self-consumption essentially depends on individual load patterns, which may deviate from the load profile on which the calculation is based.

Sunny Design 2.30.0.R

Invertteri/Turvakytkimet

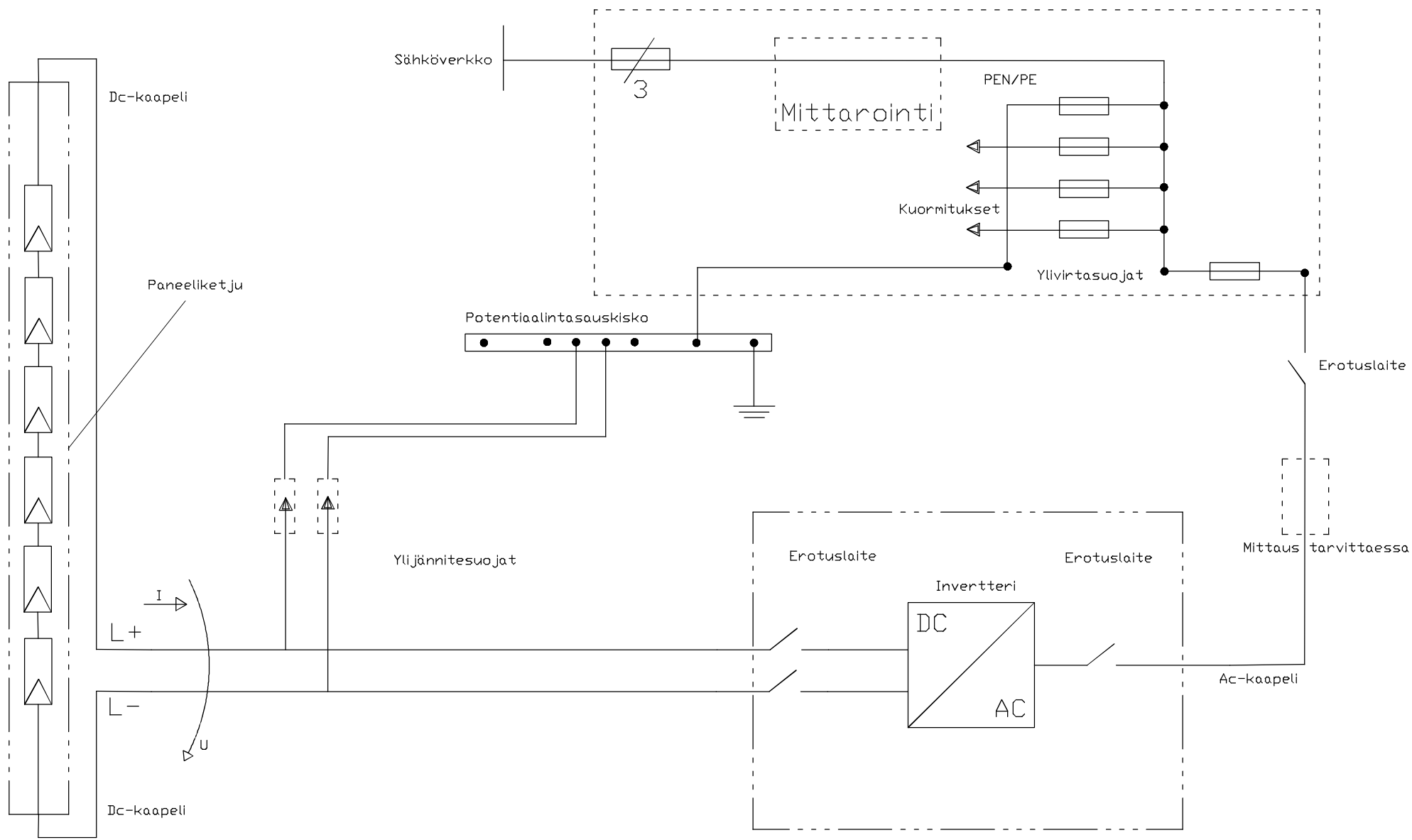
Pääkeskus



Kaapelit:

- 101: Radox solar cable (red) 4mm"
- 102: Radox solar cable (blue) 4mm"
- 103: MMJ 3*2,5s
- 104: MKEM 16 KEVI

Rakennustoimenpide	Piirustuslaji	Pvm. 13.11.2012	Mittakaava	Lehti	Lehdistä
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	Muutos	Piiustusnumero		
Johdotuskaavio		Teki JML			
		Tark.			
		Koodi			



	Piirustuslaji	Pvm. 20.11.2012	
		Teki JML	
Kohde	Piirustuksen sisältö	Muutos	
3000TL, 6*Naps 200G	Yleiskaavio	Mittakaava	

Aurinko generaattori 6*Naps 200G			
Tarvike	Valmistaja	Snro	Määrä
Naps pallas 200G SBW	NapsSystems		6kpl
Radox solar cable (red)	Radox		8m
Radox solar cable (blue)	Radox		8m
Radox solar connector	Radox		2kpl
Terästeline	Thermo Sun Eco		6kpl

Liitäntäkotelo generaattorin yhteyteen			
Tarvike	Valmistaja	Snro	Määrä
Fibox Cab ABS 304018G	Fibox	3 424 316	1kpl
Fibox din-kisko ekiv37	Fibox	3 424 467	1kpl
Fibox asennuslevy ekiv43	Fibox	3 424 452	1kpl
Ylijännitesuoja spv 325	Hager	5 803 200	1kpl
Johdonsuoja MCN420e C16	Hager	3 248 820	1kpl
Holkkitiiviste m20	Obo	1 711 120	6kpl
Vastamutteri m20	Obo	1 711 320	6kpl

Invertteri / erotuskytkimet			
Tarvike	Valmistaja	Snro	Määrä
Sunny boy 1200	SMA		1kpl
Erotuskytkin 25A/1000VDC	Benedikt & Jager	3 607 506	1kpl
Erotuskytkin Kum310U 10A	Katko	3 600 454	1kpl
EKK-LIGHT 3G2.5	Ericsson AB	0 483 007	10m

Pääkeskus			
Tarvike	Valmistaja	Snro	Määrä
Erotuskytkin Kum310U 10A	Katko	3 600 454	1kpl
Energiamittari EC365B 2-suuntainen	Hager	6 620 174	1kpl
EKK-LIGHT 3G2.5	Ericsson AB	0 483 007	2m
MMJ 5*6	Ericsson AB	0 483 068	1m
Johdonsuoja MCN420e C16	Hager	3 248 820	1kpl
Takajännitettä muista syöttöpisteistä	Suomen turvakauppa		1kpl

SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL

SB 3000TL-20 / SB 4000TL-20 / SB 5000TL-20



High Yields

- Maximum efficiency of 97 %
- Multi-String technology*
- Transformerless, with H5 topology
- Shade management with OptiTrac Global Peak

Safe

- Integrated ESS DC switch-disconnector

Simple

- Easily accessible connection area
- Cable connection without tools
- DC plug system SUNCLIX

Communicative

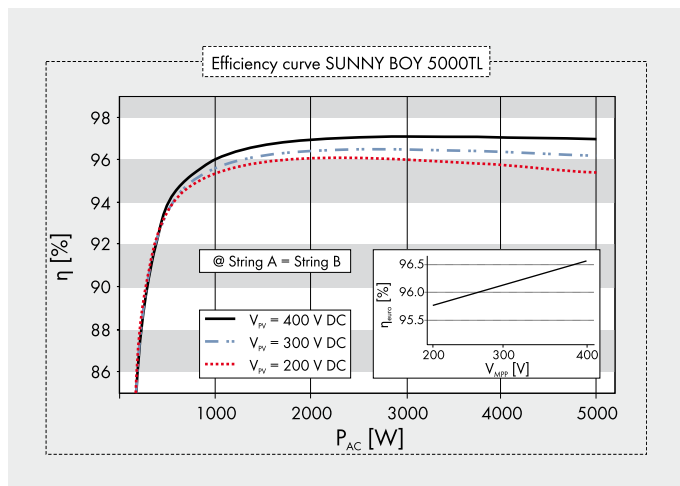
- Bluetooth® technology as standard
- Multilingual graphic display
- Multi-function relay as standard

SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL

Perfection Plus. Usability. The transformerless Sunny Boy generation

More communicative, easier to use and more efficient than ever: this Sunny Boy is setting new standards in inverter technology. A modern graphic display, readout of daily values even after sunset, simplified installation concept and wireless communication via Bluetooth®. The new Sunny Boys fulfill every wish. With the new OptiTrac Global Peak shade management and an optimal efficiency of 97 %, the inverters ensure optimum solar yield. As transformerless, multi-string devices, the Sunny Boy 4000TL and 5000TL provide maximum flexibility for plant design, and are the first choice for demanding generator designs.

Technical data	Sunny Boy 3000TL	Sunny Boy 4000TL	Sunny Boy 4000TL/V	Sunny Boy 5000TL
Input (DC)				
Max. DC power (@ $\cos \varphi = 1$)	3200 W	4200 W	4200 W	5300 W
Max. DC voltage	550 V	550 V	550 V	550 V
MPP voltage range	188 V - 440 V	175 V - 440 V	175 V - 440 V	175 V - 440 V
DC nominal voltage	400 V	400 V	400 V	400 V
Min. DC voltage / start voltage	125 V / 150 V	125 V / 150 V	125 V / 150 V	125 V / 150 V
Max. input current / per string	17 A / 17 A	2 x 15 A / 15 A	2 x 15 A / 15 A	2 x 15 A / 15 A
Number of MPP trackers / strings per MPP tracker	1 / 2	2 / A: 2, B: 2	2 / A: 2, B: 2	2 / A: 2, B: 2
Output (AC)				
AC nominal power (@ 230 V, 50 Hz)	3000 W	4000 W	3680 W	4600 W
Max. AC apparent power	3000 VA	4000 VA	4000 VA	5000 VA
Nominal AC voltage; range	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V
AC grid frequency; range	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz
Max. output current	16 A	22 A	22 A	22 A
Power factor ($\cos \varphi$)	1	1	1	1
Phase conductors / connection phases	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Efficiency				
Max. efficiency / Euro-eta	97.0 % / 96.3 %	97.0 % / 96.4 %	97.0 % / 96.4 %	97.0 % / 96.5 %
Protection devices				
DC reverse-polarity protection	●	●	●	●
ESS switch-disconnector	●	●	●	●
AC short circuit protection	●	●	●	●
Ground fault monitoring	●	●	●	●
Grid monitoring (SMA Grid Guard)	●	●	●	●
Galvanically isolated / all-pole sensitive fault current monitoring unit	-/●	-/●	-/●	-/●
Protection class / overvoltage category	I / III	I / III	I / III	I / III
General data				
Dimensions (W / H / D) in mm	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180
Weight	22 kg	25 kg	25 kg	25 kg
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Noise emission (typical)	≤ 25 dB(A)	≤ 29 dB(A)	≤ 29 dB(A)	≤ 29 dB(A)
Internal consumption (night)	< 0.5 W	< 0.5 W	< 0.5 W	< 0.5 W
Topology	transformerless	transformerless	transformerless	transformerless
Cooling concept	Convection	OptiCool	OptiCool	OptiCool
Electronics protection rating / connection area (as per IEC 60529)	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54
Climatic category (per IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H	4K4H	4K4H
Features				
DC connection: SUNCLIX	●	●	●	●
AC connection: screw terminal / plug connector / spring-type terminal	-/-/●	-/-/●	-/-/●	-/-/●
Display: text line / graphic	-/●	-/●	-/●	-/●
Interfaces: RS485 / Bluetooth®	○/●	○/●	○/●	○/●
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
certificates and permits (more available on request)	CE, VDE 0126-1-1, DK 5940, RD 661, RD 1663, G83/1-1, PPC, AS4777, EN 50438*, C10/C11, PPDS, KEMCO (only SB 3000TL-20)			
* Does not apply to all national deviations of EN 50438				
● Standard features ○ Optional features – not available Data at nominal conditions				
Type designation	SB 3000TL-20	SB 4000TL-20	SB 4000TL-20/V 0159	SB 5000TL-20



Accessories



RS485 interface
DM-485CB-10

Any Company
Any Street 21
54321 Any Town

Tel.: +49 123 456-0
Fax: +49 123 456-100
E-Mail: info@any-company.de
Internet: www.any-company.de

Project name: Sunnyboy 3000TL (8+8)
Project number: 1
Project file:

Location: Finland / Helsinki
Grid voltage: 1~230 V

System overview

16 x Naps NP 200G (Naps 6)

Azimuth angle: 0°, Inclination: 40°, Mounting type: Roof, PV peak power: 3,20 kWp



1 x SB 3000TL-20

Technical data

Total number of PV modules:	16	Energy usability factor:	100 %
PV peak power:	3,20 kWp	Performance ratio (approx.):*	81,4 %
Number of inverters:	1	Spec. energy yield (approx.):*	917 kWh/kWp
Nominal AC power:	3,00 kW	Line losses (in % of PV energy):	---
AC active power:	3,00 kW	Unbalanced load:	3,00 kVA
Active power ratio:	93,8 %	Self-consumption:	2299,83 kWh
Annual energy yield (approx.):*	2935,40 kWh	Self-consumption quota:	78,3 %

Sunny Design 2.30.0.R

Signature

*Important: The yield values displayed are estimates. They are determined mathematically. SMA Solar Technology AG accepts no responsibility for the real yield value which can deviate from the yield values displayed here. Reasons for deviations are various outside conditions, such as soiling of the PV Modules or fluctuations in the efficiency of the PV modules.

Evaluation of design

Project name: Sunnyboy 3000TL (8+8)

Project number: 1

Project file:

Location: Finland / Helsinki

Ambient temperature:

Record Low Temperature: -31,00 °C

Average High Temperature: 16,00 °C

Record High Temperature: 31,00 °C

Part project 1

1 x SB 3000TL-20

PV peak power:	3,20 kWp	
Total number of PV modules:	16	
Number of inverters:	1	
Max. DC power:	3,20 kW	
Max. AC power:	3,00 kW	
Grid voltage:	230 V	
Nominal power ratio:	100 %	✓



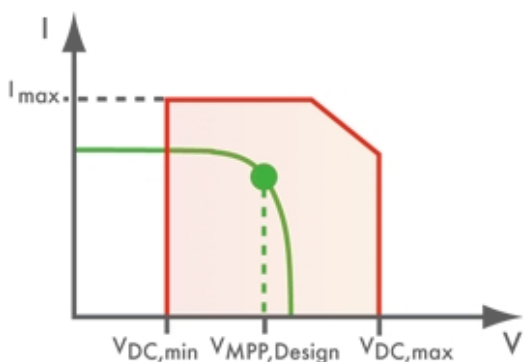
SB 3000TL-20

Technical data

Input A: Naps 6

16 x Naps NP 200G, Azimuth angle: 0°, Inclination: 40°, Mounting type: Roof

	Input A:		
Number of strings:	2		
PV modules per string:	8		
Peak power (input):	3,20 kWp		
Typical PV voltage:	203 V	✓	
Min. PV voltage:	196 V	✓	
Min. DC voltage (Grid voltage 230 V):	125 V		
Max. PV voltage:	288 V	✓	
Max. DC voltage (Inverter):	550 V		
Max. current of PV array:	15,4 A	✓	
Max. DC current:	17,0 A		



PV/Inverter compatible

Sunny Design 2.30.0.R

Self-consumption

Project name: Sunnyboy 3000TL (8+8)

Location: Finland / Helsinki

Project number: 1

Project file:

Information on self-consumption

Load profile: 4-person household
Private household with typical load peaks at lunchtime and further consumption increases in the morning and evening.

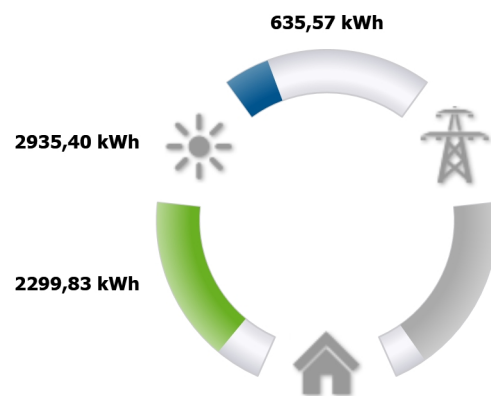
Energy consumption per year: 15000,00 kWh

Result

Energy yield of the PV plant	2935,40 kWh
Grid feed-in	635,57 kWh
Consumption	12700,17 kWh
Self-consumption	2299,83 kWh
Self-consumption quota (in % of PV energy)	78,3 %



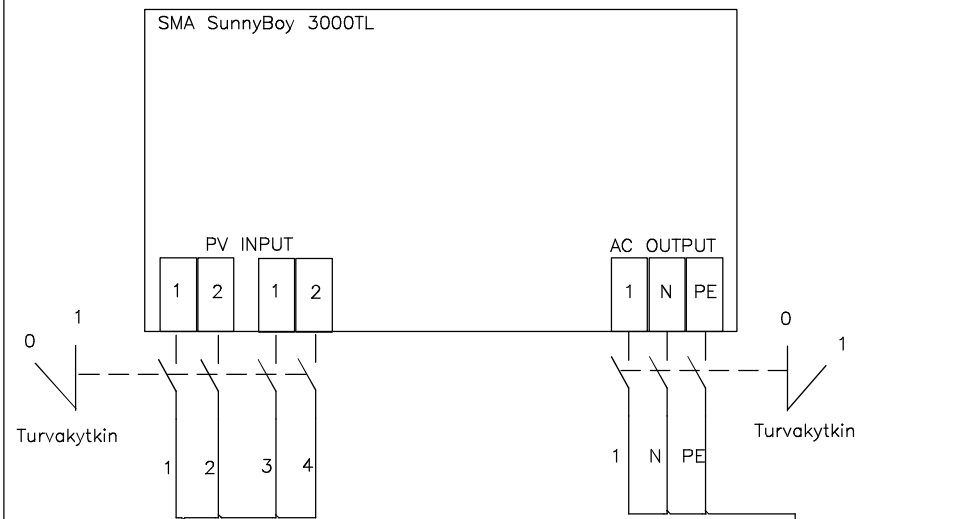
Self-consumption quota 78,3 %



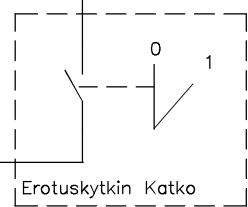
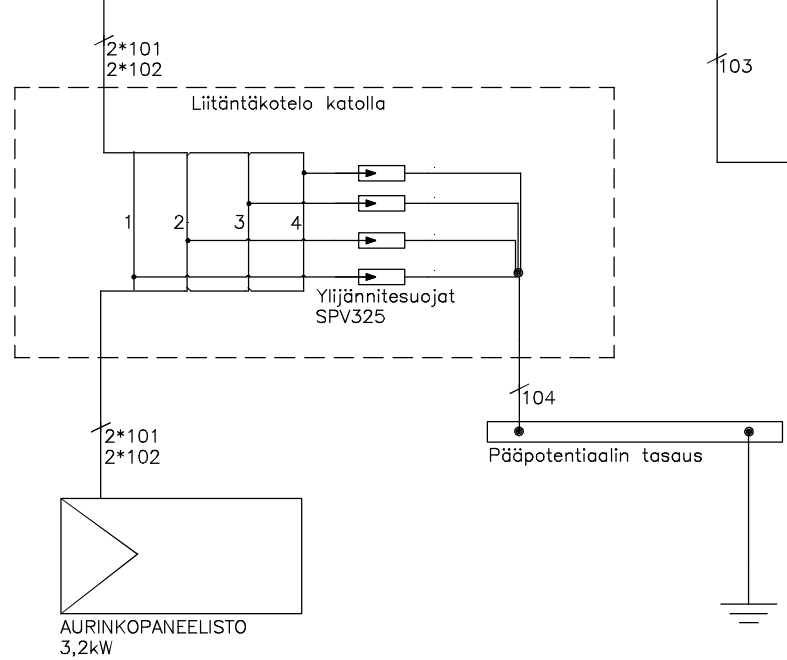
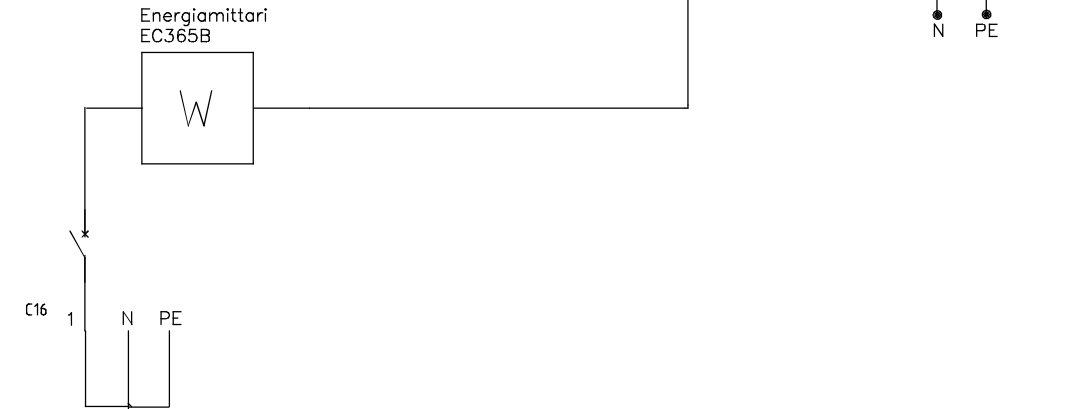
The displayed results are estimated values which are derived mathematically. SMA Solar Technology AG accepts no liability for the actual self-consumption which may deviate from the values displayed here. The potential self-consumption essentially depends on individual load patterns, which may deviate from the load profile on which the calculation is based.

Sunny Design 2.30.0.R

Invertteri/Turvakytkimet

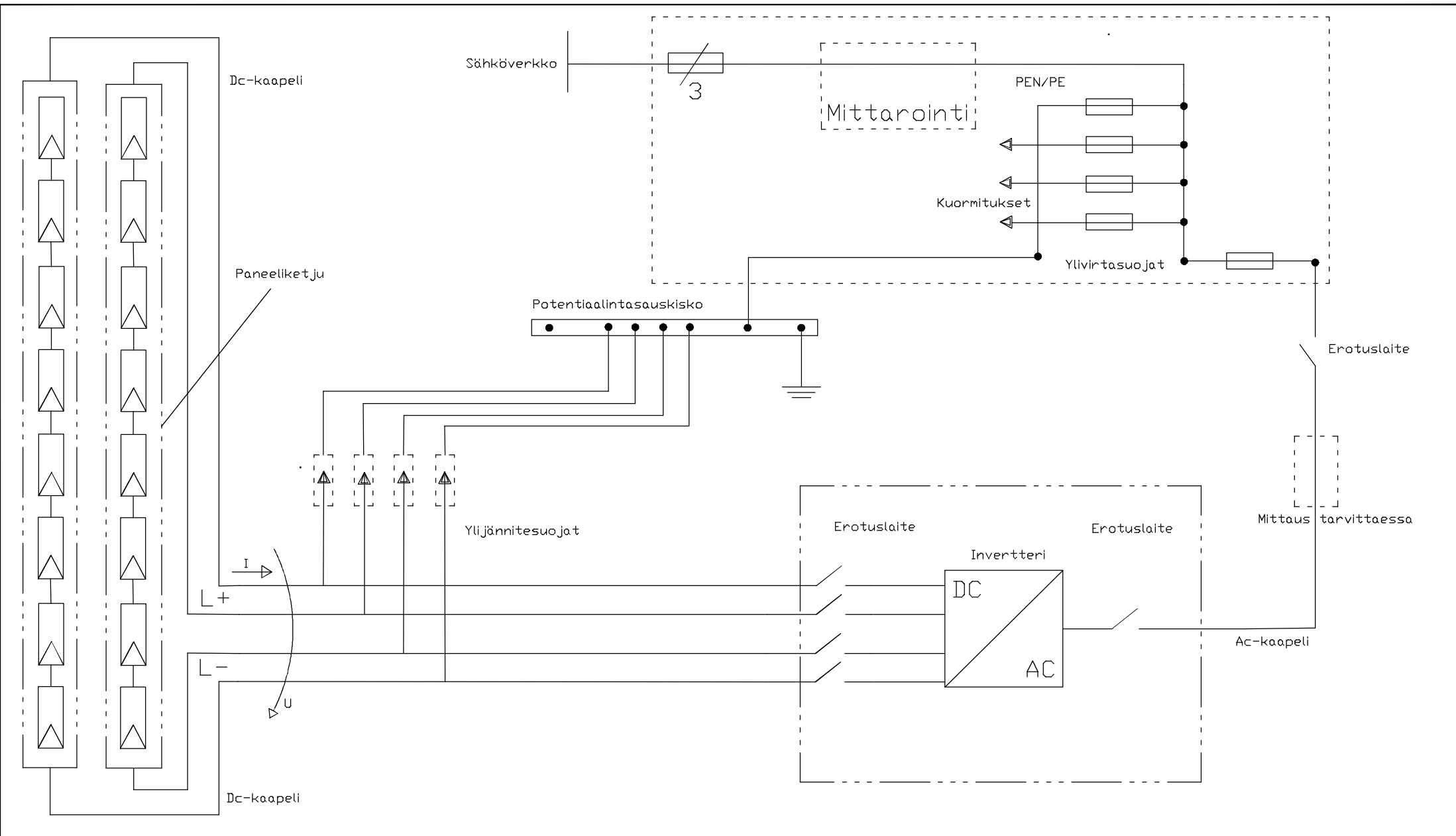


Pääkeskus



- Kaapelit:
- 101: Radox solar cable (red) 4mm"
 - 102: Radox solar cable (blue) 4mm"
 - 103: MMJ 5*2,5s
 - 104: MKEM 16 KEVI

Rakennustoimenpide	Piirustuslaji	Pvm. 13.11.2012	Mittakaava	Lehti	Lehdistä
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	Muutos	Piiustusnumero		
Johdotuskaavio		Teki JML			
		Tark.			
		Koodi			



	Piirustuslaaji	Pvm. 20.11.2012
		Teki JML
Kohde	Piirustuksen sisältö	Muutos
3000TL, 16*Naps 200G	Yleiskaavio	Mittakaava

Aurinko generaattori 16*Naps 200G			
Tarvike	Valmistaja	Snro	Määrä
Naps pallas 200G SBW	NapsSystems		16kpl
Radox solar cable (red)	Radox		12m
Radox solar cable (blue)	Radox		12m
Radox solar connector	Radox		4kpl
Terästeline	Thermo Sun Eco		16kpl

Liitäntäkotelo generaattorin yhteyteen			
Tarvike	Valmistaja	Snro	Määrä
Fibox Cab ABS 304018G	Fibox	3 424 316	1kpl
Fibox din-kisko ekiv37	Fibox	3 424 467	1kpl
Fibox asennuslevy ekiv43	Fibox	3 424 452	1kpl
Ylijännitesuoja spv 325	Hager	5 803 200	2kpl
Johdonsuoja MCN420e C16	Hager	3 248 820	2kpl
Holkkitiiviste m20	Obo	1 711 120	10kpl
Vastamutteri m20	Obo	1 711 320	10kpl

Invertteri / erotuskytkimet			
Tarvike	Valmistaja	Snro	Määrä
Sunny boy 3000TL	SMA		1kpl
Erotuskytkin 25A/1000VDC	Benedikt & Jager	3 607 506	1kpl
Erotuskytkin Kum316U 20A	Katko	3 600 456	1kpl
EKK-LIGHT 5G2.5	Ericsson AB	0 483 019	10m

Pääkeskus			
Tarvike	Valmistaja	Snro	Määrä
Erotuskytkin Kum316U 20A	Katko	3 600 456	1kpl
Energiamittari EC365B 2-suuntainen	Hager	6 620 174	1kpl
EKK-LIGHT 5G2.5	Ericsson AB	0 483 019	2m
MMJ 5*6	Ericsson AB	0 483 068	1m
Johdonsuoja MCN420e C16	Hager	3 248 820	2kpl
Takajännitettä muista syöttöpisteistä	Suomen turvakauppa		1kpl