

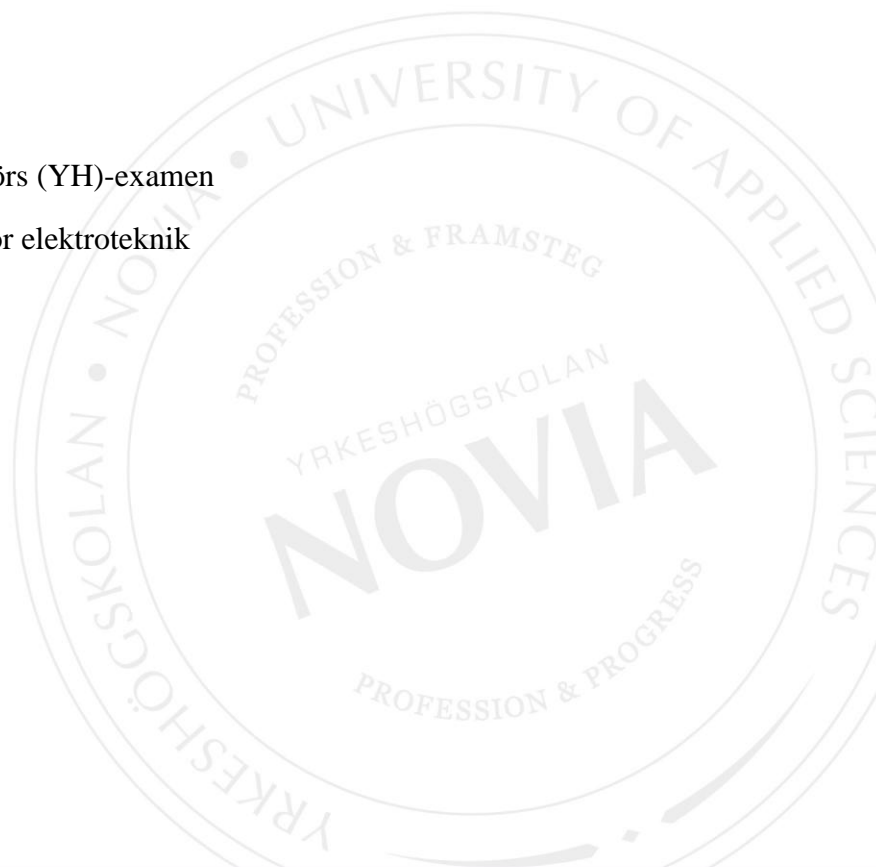
Solenergi till sommarstugan

Kjell Nummelin

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Kjell Nummelin
Utbildning och ort: Elektroteknik, Vasa
Inriktningalternativ: Elkraftsteknik
Handledare: Lars Enström

Titel: *Solenergi till sommarstugan*

Datum 3.5.2018 Sidantal 37 Bilagor 1

Abstrakt

Syftet med detta examensarbete var att planera så att en befintlig sommarstuga skulle bli självförsörjande på el. Det här är ett privat projekt som kan användas som grund för liknande projekt. Tanken var att se om man kan spara in pengar genom att använda solenergi istället för att köpa el från elbolag. Förutom planering av solenergi planerades också el till en befintlig bastubyggnad och utebelysning.

Arbetet är fullständigt teoretiskt. I arbetet finns fakta om solenergi samt annan elmateriel som används. Den mera praktiska delen är själva planeringen och i den ser man hur det skulle förverkligas. En kostnadskalkyl över lönsamheten för arbetet finns också.

Målet är att se hur lönsamt det är med solenergi på sommarstugor. Projektet hjälpte mig att planera och utvidga mina kunskaper speciellt inom solenergi.

Språk: svenska Nyckelord: elplanering, elmateriel, solenergi, installering

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Kjell Nummelin
Koulutus ja paikkakunta: Sähkötekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja: Lars Enström

Nimike: *Aurinkoenergiaa kesämökille*

Päivämäärä 3.5.2018 Sivumäärä 37 Liitteet 1

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella olemassa olevaa kesämökkiä omavaraiseksi sähkön suhteen. Tämä oli yksityinen hanke, joka voi toimia samankaltaisten hankkeiden perustana. Ajatuksena oli katsoa voidaanko säästää rahaa käyttämällä aurinkoenergiaa sähkön ostamisen sijaan sähköyhtiöstä. Aurinkoenergian suunnittelun lisäksi suunniteltiin sähköä myös olemassa olevaan saunarakennukseen ja ulkovalaistukseen.

Työ on täysin teoreettinen. Työ käsittää faktaa aurinkoenergiasta sekä muista sähkölaitteista, joita käytetään. Käytännön osio on itse suunnittelu, mistä nähdään miten hanke toteutettaisiin. Lopuksi on kustannuslaskelma, joka kertoo hankkeen kannattavuudesta.

Tavoitteena oli hahmottaa aurinkoenergian kannattavuutta kesämökeillä. Hanke auttoi myös itseäni suunnittelussa ja laajensi osaamistani erityisesti aurinkoenergian käytön suhteen.

Kieli: ruotsi Avainsanat: sähkösuunnittelu, sähkölaitteet, aurinkoenergia,
sähköasennus

BACHELOR'S THESIS

Author: Kjell Nummelin
Degree Programme: Electrical Engineering, Vaasa
Specialization: Electrical Power Engineering
Supervisor: Lars Enström

Title: Solar Power to a Summer Cottage

Date 3.5.2018 Number of pages 37 Appendix 1

Abstract

The purpose of this thesis was to plan self sufficient solar power for an existing summer cottage. This was a private project that can be used as a basis for similar projects. The thought was to see if you could save money by using solar power instead of buying electricity from an electric utility. In addition to the planning of solar power there was also planning of electricity to an existing sauna building as well as outdoor lighting.

The work was completely theoretical. There are facts about solar power and other electrical things that are used. The more practical part was the planning itself where you see how it would be executed. A calculation that tells the profitability of the work is included.

The goal was to see how profitable it would have been with solar power on a summer cottage. The project also enabled me to plan and extend my knowledge, especially within solar power.

Language: Swedish Key words: electrical design, electrical equipment, solar power,
electrical installation

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1. 1. Målsättning.....	1
1.2. Problem	1
2.1. Solen	2
2.2. Solenergi.....	3
2.3. Solvind.....	4
3 Funktionsprincipen för en solpanel.....	4
3.1. Solens strålningsenergi	5
3.2. Solcell/solpanel	5
3.3. Solpanelens effektivitet.....	7
3.4. Batteri.....	8
3.4.1. Bly-syrabatterier	8
3.4.2. Litiumjonbatterier	9
3.4.3. Flödesbatterier	10
3.5. Laddningskontrollenhet.....	11
3.5.1. PWM	11
3.5.2. MPPT	12
3.6. Inverter	12
3.6.1. Solar Micro-Inverter (Självständiga invertrar)	13
3.6.2. Grid Tie Inverter	14
3.7. Solfångare	14
4. Teori om annan elmateriel	17
4.1. Jordfelsbrytare	17
4.2. Kabeldimensionering.....	17
4.3. Luftvärmepump.....	19
4.4. Fjärrstyrning.....	21
5. Elförbrukning	23
6. Installeringen av solpaneler	28
7. Installering av utebelysning och el till bastun	32
7.1. Utebelysning.....	32
7.2. Bastun.....	32
7.3. Gruppcentralen.....	34
8. Resultat	35
9. Diskussion.....	37
Källförteckning	38

Bilageförteckning

Bilaga 1 - Egenskaper hos 5-trådars MCMK kabel

1 Inledning

Jag har valt att göra ett privat projekt. Det handlar om att göra sommarstället så självförsörjande på energi som möjligt. Hit hör att planera solenergi till stugan, installation av solpaneler, batterier och en kontrollpanel. Förutom det blir det också planering för installation på gården och i bastun.

1.1 Målsättning

Inom branschen har det mest intressanta varit att planera installering i bostäder och utanför på gården. Man kan göra saker hur det passar bäst i situationen och använda fantasin för att få det att bli som man vill ha det. Vad jag skulle vilja uppnå med projektet är att se hur bra jag kan planera någolunda enkel eldragning och bekanta mig mera med solenergi. Tanken i projektet är att göra sommarstället självförsörjande på energi genom att installera solpaneler, för att så gott som möjligt ersätta elen som nu tas från elnätet. Tidsperioden som solpanelerna skall kunna producera tillräckligt med ström är från april till september. Eftersom det är en sommarstuga så är man inte där hela tiden. Uträkningarna kommer att visa kostnaderna för installeringen av solenergipaket samt den beräknade återbetalningstiden.

Nu har stugan uppvärmts med ved och elbatterier, men det skulle bli att installera en luftvärmepump som primär uppvärmningsmetod. Också en del andra installationer skall planeras som t.ex. jordkabeldragning, gårdsbelysning samt eldragning i bastun.

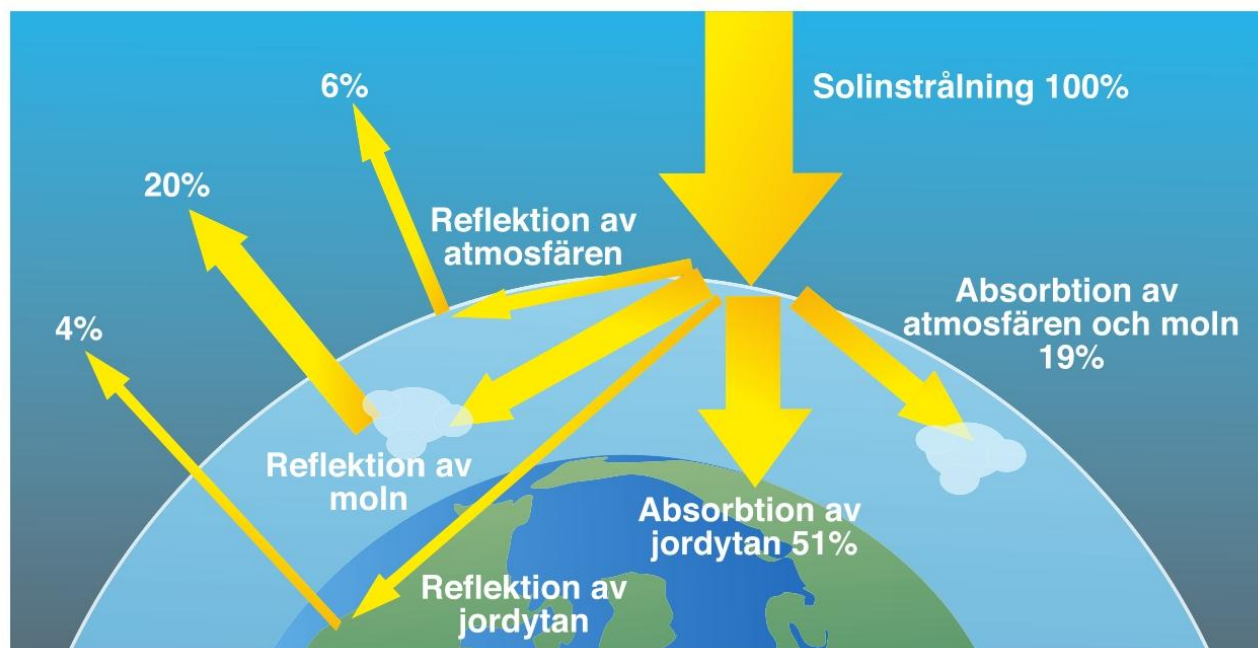
1.2 Problem

Det finns redan el på sommarstugan så det blir att jämföra om det är en bättre lösning med solenergi. Eftersom att jag inte har tidigare erfarenhet av planering och bara lite erfarenhet inom installation så var det också en utmaning. Solpanelerna blir installerade på marken istället för på hustaket eftersom husets tak går i nord-sydlig riktning. Det finns en bäck som man måste över då man drar jordkabeln till bastun.

2.1 Solen

Solen är 333 000 ggr tyngre än jorden, vilket ger en massa på ca $2 \cdot 10^{30}$ kg. Solens radie är 696 342 km, vilket är 109 ggr större än jordens. Temperaturen på ytan av solen är 5780 K medan temperaturen i centrum är 15 700 000 K. Den mängd energi som solen utstrålar är $3,85 \cdot 10^{26}$ W. (Solen, 2017)

Solen skickar iväg både ljus och värme. Det tar 8,5 min för solens ljus att nå jorden. Ungefär hälften av energin från solen kommer till jordytan, den andra hälften reflekteras och absorberas i atmosfären. Bilden nedanför visar i vilka skeden som solstrålningen reflekteras tillbaka eller absorberas. Endast ca 6 % reflekteras i atmosfären medan molnen reflekterar 20 % och absorberar ca 19 %. Resten absorberas av jordytan, medan endast några få procent reflekteras från jordytan.



Figur 1. Solens strålning till jorden (Hovsenius, 2017)

Jordens yta träffas av solenergi som motsvarar ca 1000 watt per kvadratmeter. Det skulle räcka att täcka 1 % av Sahara för att kunna producera tillräckligt med energi för hela jorden. Energin som kommer från solen till jorden kan vi dock inte direkt använda till vår elapparatur. På grund av det här måste vi ha något som konverterar energin till elektricitet. För det använder vi solceller för att konvertera till elenergi och solfångare för att konvertera till värmeenergi. (Energi från solen, 2014)

Solen består till största delen av väte och helium. I dagens läge ligger siffrorna på 70 % väte, 28 % helium och 2 % metaller. I solen sker fusion som skapar energi.

Fusion sker i solen pga. den höga temperaturen och höga trycket. På detta sätt alstrar solen energi. Till en början sker fusionen mellan två väteatomer. Det är två väteatomskärnor som kommer tillräckligt nära varandra pga. värmen (proton-proton reaktion). Det krävs fyra steg innan två vätekärnor blir till en heliumkärna. (Nineplanets, 2015)

1. Först är det två vätekärnor som kommer för nära varandra tack vare den höga värmen och kolliderar. Den höga temperaturen gör att partiklarna rör sig snabbare och därför finns det chans för dem att kollidera fast de annars skulle repellera från varandra pga. samma laddning. När två vätekärnor har kolliderat blir det en atomkärna med en proton och en neutron, även kallat tungt väte.

2. Varje atomkärna av tungt väte sammanslås ännu med en till proton för att bilda helium-3. Helium har normalt två protoner i kärnan men helium-3 har två protoner och en neutron.

3. Nästa steg är två helium-3 kärnor som sammanslås till beryllium-6. Beryllium-6 är en väldigt ostabil isotop och därför sönderfaller den till helium-4 samt två protoner. Helium-4 har två protoner och två neutroner i kärnan.

4. I samband med att väte sammanslagits till helium så avges också två neutroner, två positroner och gammastrålning.

2.2 Solenergi

Energien man får från solens strålar kallas för solenergi. Solenergi kan användas till både värme och el. Man måste först konvertera solenergin till antingen elenergi eller värmeenergi för att vi skall kunna utnyttja energin. Den energi som man konverterar med solceller till elenergi kallas för solel. Energi som man köper från elbolag som konverterar solenergi kallas för solkraft. Solfångaren konverterar solenergi till värmeenergi genom att värma en vätska, gas eller luft. Om man har både solceller och solfångare kan elen och varmvattnet i huset produceras med endast solenergi, men det måste vara ett soligt ställe för att kunna uppfylla kraven.

Fördelarna med solenergi är att det är en förnybar energikälla. Konverteringen av solenergi till elenergi eller värmeenergi ger inga utsläpp heller. Under den ljusare tiden av året

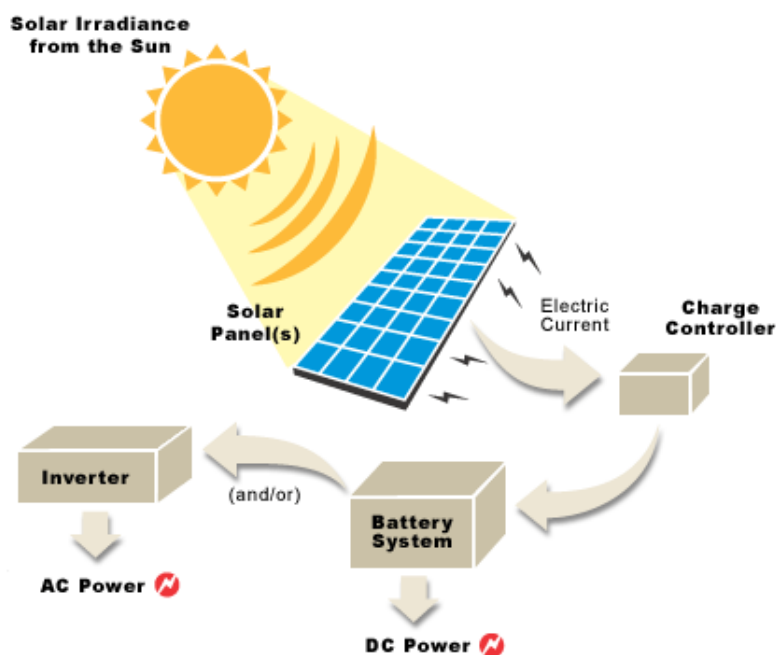
behöver man inte tänka på fluktueringar i elpriset. Till nackdelar hör den dåliga verkningsgraden som solcellerna har. Solceller har en verkningsgrad på endast 20 % och ännu sämre då det är mulna dagar. Solcellerna med bästa verkningsgraden är dyra och de som används mest bland privata användare har en verkningsgrad på 10–15 %. I laboratorier har man fått lite bättre resultat men inte allt för mycket högre verkningsgrader.

2.3 Solvind

Solvinden kommer från den heta koronan runt solen. Temperaturen blir för hög i solens korona och då kan inte solens gravitation hålla allt kvar mera och energi slungas ut i rymden med en hastighet på ca 400 km/s. Partiklarna som slungas ut är magnetiska och bildar ett magnetiskt moln som rör sig i alla riktningar ut i rymden. Solvinden kan störa jordens egna magnetfält och bl.a. nätförbindelser kan ha störningar om solvinden är kraftig. Solvinden kan störa trådlösa styrningar som blir allmännare även inom energiförsörjningen. (Hathaway, 2014)

3 Funktionsprincipen för en solpanel

Bilden nedan visar hur elenergi blir till från strålningsenergi. Då strålningsenergin träffar solpanelen bildas det elenergi tack vare fotoelektrisk effekt. Elenergin leds vidare via en laddningskontrollenhet till ett batteri. Laddningskontrollenheten ser till att batteriet laddas upp enligt uppladdningskriterierna på batteriet. Batterierna förvarar likspänning medan elenergin måste gå via en inverter innan man får växelspanning. Mera om funktionsprincipen kommer nedan.



Figur 2. Solelens väg i systemet (<https://www.pinterest.se/pin/414401603183083845/>)

3.1 Solens strålningsenergi

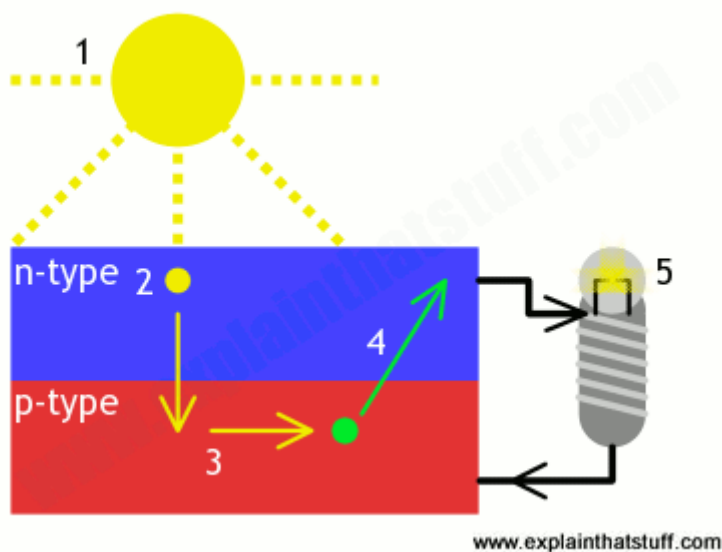
Strålningsenergin från solen kommer tack vare fusionen som sker i solen. På grund av den höga temperaturen i solen rör sig väteatomerna så nära varandra att de kolliderar och därmed fusionerar. Väteatomerna bildar heliumatomer och heliumatomer fusionerar i sin tur och ännu tyngre ämnen bildas. När atomkärnorna fusioneras avges energi i form av strålning. Denna strålningsenergi sänds ut i rymden och på jorden upptas den i form av värme och ljus. Man kan konvertera strålningsenergin till el- och värmeenergi mha. solceller och solfångare. Vi tittar närmare på solceller och solfångare.

3.2 Solcell/solpanel

Meningen med solceller är att konvertera solens energi till elektricitet. Kisel används i solceller för dess goda egenskaper som halvledare. Halvledare betyder att de har ledande egenskaper som metaller och icke ledande egenskaper som plaster och trä har. En halvledare leder endast vid vissa situationer. Flera solceller kombinerat kallas för solmoduler och flera solmoduler kombinerat kallas för solpaneler.

Solen emitterar fotoner som bildar det så kallade solljuset. När ljuset träffar kiselkristallen överförs energin från fotonerna till elektroner i kiselatomen som då slås loss från själva atomen. Kisel är uppbyggt så att atomen är väldigt tät. Kiselkristallen dopas så att det

bildas två skikt, ett så kallat n-dopad och ett p-dopad. N-dopade sidan är den negativa sidan med ett överflöd av elektroner, medan p-dopade sidan är den positiva sidan med ett överflöd av protoner alltså finns det plats för elektroner för att fylla upp atomstrukturen. Mellan dessa två sidor finns det ett gränsområde där elektronerna inte fritt kan gå över till andra sidan. Då ljuset (fotonerna) träffar solcellens p-dopade sida så slår den loss en elektron från kiselatomen och energin överförs från fotonen till elektronen. När elektronerna hoppar över från p-dopade sidan till n-dopade sidan så bildas det ström som går vidare i kretsen.



Figur 3. Solpanelens upptagning av fotoner (Woodford, 2017)

Bilden ovan visar fotonens väg igenom solcellen. Vi skall gå igenom vad som händer i bilden.

1. Solen skiner på solcellen, fotoner skickas iväg mot cellen.
2. Fotonen träffar n-dopade sidan och för sin energi igenom cellen till p-dopade sidan.
3. Fotonen överför sin energi till en elektron i kiselatomen på p-dopade sidan. Elektronen slits loss (fotoelektrisk effekt)¹.
4. Elektronen som nu har fått energin från fotonen hoppar över till den n-dopade sidan. Därifrån går elektronen vidare till kretsen.

¹ fotoelektrisk effekt = möjliggör att materia kan ta upp elektroner när ljuset träffar materian.

5. Elektronerna rör sig till batteriet och därifrån vidare till elapparatur enligt behov. I detta fall är elektronerna i kretsen och får en glödlampa att lysa. (Woodford, 2017)

3.3 Solpanelens effektivitet

Problemet med solenergin är att de nuvarande solcellerna har en dålig verkningsgrad. De normala solcellerna som används idag konverterar ungefär 10–20 % av energin till el. Energin måste alltid konverteras från en form till en annan. I solpanelens fall konverteras strålningsenergi till el. Värmenergin kan vi använda oss av i solfångare som värmer vattnet till hus. Man har kommit fram till att en solcell med endast ett kiselgränssnitt (den typ vi använder i normala fall) har en teoretisk maximal effektivitet på 30 %. Man har också namngett denna maximala effektivitet till Shockley-Queisser limit. Orsaken till att bara en del av fotonerna passar sig för det ena kiselgränssnittet är att fotonerna har olika frekvenser och gränssnittet är bara gjort för en viss frekvens. Energin hos fotonerna behöver också ha rätt mängd energi. Har fotonen inte tillräckligt energi kommer den inte att lyckas slå loss en elektron från atomen. Inte heller för mycket energi är bra, då går de igenom hela solcellen. Man kan också ha flera gränssnitt i solcellen mellan de olika dopade områdena. I perfekta förhållanden i laboratoriet har de fått en solcell med flera gränssnitt att ha en effektivitet på 46 %.

Det finns flera olika faktorer som påverkar hur mycket el man får producerat med solpanelerna. Det beror mycket på hur soligt det är om året i det område man bor. I Finland är det mest under sommaren som solen skiner och därför passar det bra att ha solpaneler på sommarstugorna som energikälla. Sommartid brukar energin som produceras av solpanelerna räcka bra till även om det är mulna dagar. Produktionen blir såklart inte lika hög som på en solig dag men ändå tillräckligt bra för att uppfylla behovet. Energi som inte behövs under sommaren kan man mata till elnätet. För att kunna mata energin dit måste man omvandla spänningen till växelspanning med rätt frekvens. För att få den önskade frekvensen har man en inverter som sköter om det innan energin matas till det kommunala elnätet. Vintertid då man producerar betydligt mindre elektricitet pga. mindre ljus per dag, så kan man köpa tillbaka ström från elnätet. På detta sätt kan man jämna ut energiproduktionen och energibehovet på de nordliga breddgraderna.

Maximala effekten som man får ur en solcell kan räknas ut med följande formel:

$$P_{max} = V_{OC} I_{SC} FF \quad (3.1)$$

P_{\max} är den maximala effekten man får ut

V_{OC} är spänningen i den öppna kretsen (open-circuit)

I_{SC} är kortslutningsströmmen (short-circuit)

FF är fyllningsfaktorn, den mäter den största möjliga rektangeln man kan få in under ström-spänning kurvan.

Verkningsgraden på solcellen får man enligt följande formel:

$$\eta = \frac{V_{OC} I_{SC} FF}{P_{in}} \quad (3.2)$$

V_{OC} är spänningen i den öppna kretsen (open-circuit)

I_{SC} är kortslutningsströmmen (short-circuit)

FF är fyllningsfaktorn, den mäter den största möjliga rektangeln man kan få in under ström-spänning kurvan

P_{in} är effekten som kommer in till solcellen från solstrålarna

η är verkningsgraden

3.4 Batteri

Batterierna i ett solenergisystem fungerar som energilagrare. Dessa batterier måste klara av en hel del. Batterierna kommer inte alltid att bli fulladdade och kommer att laddas ur medan det används el. Det finns olika typer av batterier inom förnybar energi t.ex. bly-syra-, litiumjon- och flödesbatteri. Det är viktigt att välja rätt batterityp för att få kostnaderna låga och inte betala onödigt för någonting man kanske inte behöver. Vi skall ta en närmare titt på hur batterierna fungerar och skillnaden mellan de olika batterityperna.

3.4.1 Bly-syrabatterier

Bly-syrabatterier har använts inom förnybar energi en längre tid nu. De är ungefär hälften billigare än litiumjonbatterier. Ventilreglerade bly-syrabatterier innehåller en absorberad glasmatta (AGM) och gelmodeller. AGM var tidigare byggt för dubbelbruk eller som reservbatteri. Nya designen på AGM har ökat på prestandan och energituttmatningen vilket har gjort dem mer attraktiva på marknaden. En typ är nanokolfiberbatteri som sägs ha

bättre ledningsförmåga och bättre kapacitet än föregångaren. Det här förlänger livstiden för batteriet vid bruk av apparater som inte är kopplade till elnätet och då batteriet inte blir fullt laddat.

Batteriet måste fyllas på regelbundet eftersom elektrolyten avdunstar varje gång batteriet laddas upp. Finns även slutna batterier där man inte kommer åt att fylla på med elektrolyt. I dessa batterier är elektrolyten inte i vätskeform utan i geleform. Batteriet behöver ha bra ventilation för att inte vätegasnivån i batteriet skall bli för hög. Blir den för hög finns det explosionsrisk. Nya AGM och gelteknologin kombinerar vätegasen med syre för att bilda vatten. Det här gör att vätegasnivån inte kan stiga till farliga nivåer. En annan fördel är att man kan installera batteriet hur man vill förutom upp och ned då det inte finns fritt rinnande syra i batteriet. Dessa batterier kräver inte underhåll så ofta.

När batteriet föråldrats och skall göras av med gäller det att se till att föra det till rätt ställe, eftersom dessa bly-syrabatterier är giftiga. Bilindustrin hade tidigare redan problemet med syror och har därför kommit fram med återvinning av batterier. Gamla batterier skall man föra till batteriinsamling eller något annat ställe som har befogenhet att ta emot gamla batterier. (Zipp, 2017)

3.4.2 Litiumjonbatterier

Litiumjonbatterier är bland de vanligaste batterityperna som används idag. Användningen av litiumjonbatterier ligger på ca 70 % av alla batterier som används inom lagringsindustrin. Det finns olika typer beroende på ändamålet: påsar som finns i ett skal används i smarttelefoner och pekplattor, cylindriska som finns t.ex. i elverktyg och prismaformade som finns t.ex. i elbilar.

För att använda litiumjonbatterier behövs det ett energihanteringssystem. Därför kostar litiumjonbatterier lite mera. Energihanteringssystemet behövs för att kontrollera spänningen och temperaturen i batterierna så att inte överdrivna uppladdningar och urladdningar sker. Dimensionerar man batterierna rätt kan man minska på olika hanteringsapparater och kompensera batteriernas höga pris med minskad kostnad i underhåll.

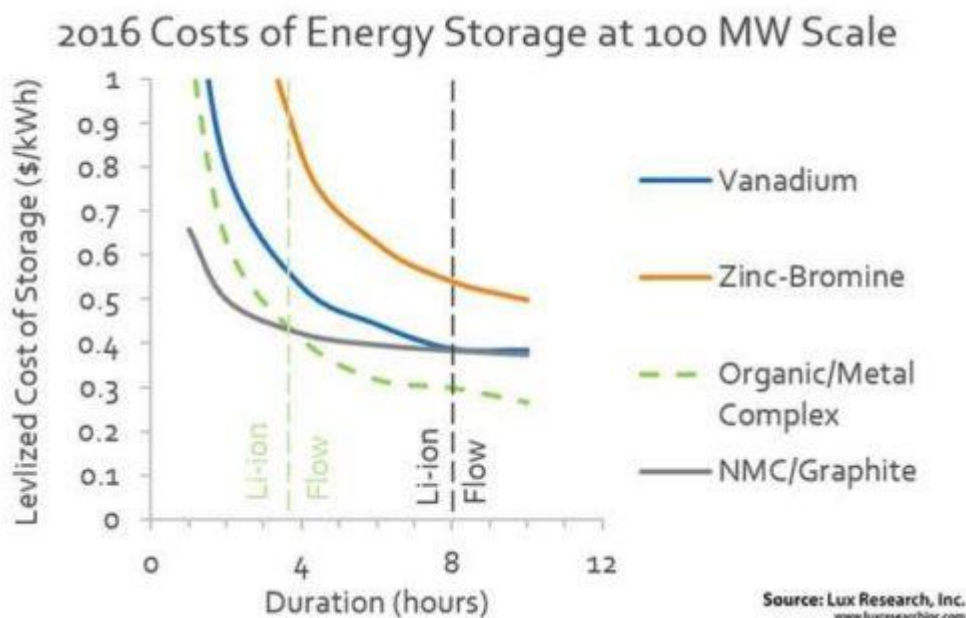
Litiumjonbatteriet har lite längre livstid än bly-syrabatteriet. En annan fördel med batteriet inom solenergin är att det både laddas upp och urladdas effektivt vilket gör att man får mera energi tillvara. Kapaciteten i batteriet minskar inte då de är i viloläge vilket är

användbart inom solenergin då man inte alltid behöver ta ut energi. Litiumbatterierna är lättare än bly-syrabatterierna. De är enklare att placera när de är lättare och kan t.ex. installeras på väggar både inomhus och utomhus. Batterierna är kompakta vilket betyder att de inte behöver underhåll eller påfyllnad av vätska.

Litiumbatterierna kan innehålla antingen organiska eller oorganiska delar. De med organiska är betydligt lättare att återvinna eftersom de inte innehåller giftiga ämnen. De som har oorganiska ämnen är giftiga och betydligt svårare att återvinna. Använda litiumbatterier är inte så eftertraktade bland återvinnarna eftersom de måste gå igenom nästan samma process som att tillverka nya batterier. Det betyder att det oftast blir billigare att göra nya och därför blir använda litiumbatterier ett problem. (Zipp, 2017)

3.4.3 Flödesbatterier

Lux Research tror på att litiumjonbatterierna kommer att dominera lagringsbatterimarknaden, men på väldigt stora komplex har flödesbatterierna en chans att nå framgång. Den nyaste teknologin inom flödesbatterier är "vanadium redox flow battery (VRFB)".



Figur 4. Jämförelse mellan olika batteriers kostnad per kilowattimme (Zipp, 2017).

I figur 4 visas en graf över tid och kostnad per kilowattimme. Från grafen ser man var flödesbatterierna (vanadium) börjar bli mer lönsamma än litiumbatterierna (NMC/graphite). Lönsamhetsgränsen ligger vid 8–10 h användning i sträck. Kostnaderna för konsumeringen är låga pga. integrerad kraftelektronik som sköter hanteringen av

batteriet. Batterierna kräver dock annan tilläggsutrustning så som pumpar, kontrollenheter och sensorer vilket gör hela paketet ganska så dyrt. Det betyder också att det kommer att behövas betydligt mera utrymme att installera än de två övriga batterierna.

VRFB-batterierna har ett par betydande fördelar inom stora industrier jämfört med de två övriga. Vanadiumelektrolyten slits inte med tiden vilket gör att batteriet håller en längre tid. Vill man öka kapaciteten är det bara att tillsätta mera elektrolyt jämfört med de andra batterierna där man måste tillsätta flera batterier för att öka kapaciteten. Utvecklarna av denna teknologi säger att laddningen och urladdningen av dessa batterier inte har någon betydelse på deras livstid.

Återvinningen av dessa batterier är ganska lätt. Vanadiumet som används är inte giftigt och går att återanvända enkelt t.ex. inom stålindustrin. Elektrolyten är säker eftersom den inte är antändbar och går också att återanvända.

Man skall komma ihåg att batterikapaciteten som anges är den kapaciteten man får efter att batteriet haft över 100 cyklar, alltså laddats upp och urladdats. Det här gäller alla laddningsbara batterier. Det tar en tid innan batterierna når sin fulla kapacitet. (Zipp, 2017)

3.5 Laddningskontrollenhet

En laddningskontrollenhet behövs för att hantera batteriet. Kontrollenheten ser till att batteriet inte överladdas samt att batteriet inte läcker någon ström tillbaka till solcellerna. Laddningskontrollenheten ser till att strömkretsen bryts när solpanelen inte producerar ström så att strömmen inte kan läcka tillbaka. Det finns två olika typer av laddningskontrollenheter, PWM och MPPT. MPPT är den dyrare varianten men också den bättre.

3.5.1 PWM

PWM står för "Pulse Width Modulation". PWM sänker långsamt mängden ström till batteriet när batteriet närmar sig full laddning. Eftersom batteriet inte överladdas förlängs livstiden på batteriet. För att PWM bestämmer hur mycket ström som går till batteriet kan batteriet hållas så gott som fulladdat även om energi tas ut från batteriet. PWM är mer komplext än de äldre mekaniska systemen eftersom det inte finns någon mekanik bakom funktionen av PWM.

Fördelar: PWM kontrollerar hur mycket energi som batteriet kan ta emot och laddas upp enligt det. PWM laddningskontrollenheter är hållbara samt billiga, kostar ca 300 € eller mindre. Det finns möjlighet att få flera olika storlekar för olika tillämpningsområden.

Nackdelar: Den nominella spänningen vad solpanelen producerar skall vara lika som den nominella spänningen i batteriet. Fungerar endast med mindre system inte för stora komplex. (Enerdrive, 2017)

3.5.2 MPPT

MPPT står för "Maximum Power Point Tracking". Det här är den modernaste varianten inom laddningskontroll för solenergi. Vad MPPT gör är att konvertera överlopps spänning till strömstyrka istället. Fördelen med vad MPPT gör är att man snabbt kan ladda upp batteriet och hålla laddningsspänningen optimal. Oftast används 12 V batterier i solpanelssystem och solpanelerna brukar kunna tillföra mera spänning än vad som behövs för att ladda upp batteriet. Även 24 V batterier kan användas.

Energiförlusten minskar med att använda MPPT laddningskontrollenheten. Orsaken är att med PWM med 12 V batteri måste man köra igenom en spänning på ca 18 V. Med MPPT kan man ha en betydligt större spänning i kablarna från solpanelen till laddningskontrollenheten. Desto mindre spänning man har i kablarna desto större är energiförlusterna.

Fördelar: Laddningseffektiviteten ökar med ca 30 % och man kan ladda batteriet fortare genom att ha högre inkommande spänning. Fungerar för större system samt har längre garantitid än vad PWM har.

Nackdelar: Kan kosta upp till dubbelt mera än PWM. Delarna är större och svårare att installera. (Enerdrive, 2017)

3.6 Inverter

Meningen med invertern är att konvertera DC spänningen som kommer in från solcellerna till AC spänning som går ut till hemmen eller matas ut till elnätet. Invertrar i solpanelssystem använder sig också av MPPT som vi har i laddningskontrollenheterna. Det finns två olika typer av invertrar inom solenergin, invertrar som är självständiga och grid tie inverters som konverterar elenergin duglig för elnätet.

3.6.1 Solar Micro-Inverter (Självständiga invertrar)

Dessa invertrar konverterar likström som kommer från en enkel solpanel till växelström. Det betyder att man oftast har flera mikroinvertrar kopplade eftersom en mikroinverter används per solpanel. Mikroinvertrarnas effekt ligger mellan 190 och 220 W. De mindre invertrarna har inte samma problem som de stora invertrarna kan ha. Andra tillbehör som stora transformatorer behövs inte för mikroinverters. Extra fläktar för kylning behövs inte heller. Mikroinverters har lättare att få en stabil signal konverterad när den är kopplad till en solpanel. Finns det flera solpaneler kopplade och någon av dem producerar i underkant så påverkas inte de övriga panelerna. De gör att produktionen av en rad med solpaneler ökar med 5 % eller mera jämfört med en stränginverter som är kopplad till flera solpaneler. Det går också att tillsätta en solpanel med annan effekt in i samma rad utan att det stör de övriga. Mikroinvertrarna är kopplade genast bakom en solpanel så att spänningen konverteras till nätspänning genast. De här är i sin tur parallellkopplade vilket betyder att om en inverter slutar fungera så faller inte de övriga solpanelernas produktion ut. I fall det uppstår ett problem i systemet är det enklare att hitta då endast en solpanel faller ur systemet.

En ensam mikroinverter har lägre effektivitet än en större stränginverter, men eftersom dessa invertrar jobbar individuellt för varje solpanel är helheten mer effektiv. En stränginverter är kopplad till flera solpaneler och helheten påverkas därför mera om det blir ett fel på invertern (<http://completesolar.com/micro-inverters-vs-string-inverters>). Den konverterade spänningen är så gott som högsta möjliga i fallet då det används en mikroinverter. Underhållet och uppföljningen av dem är lättare än de andra, genom att använda t.ex. applikationer och webbsidor för att hålla koll på produktionen. I fall det uppstår ett problem i systemet är det enklare att hitta då endast en solpanel faller ur systemet. (Solar micro inverter, 2017)

Största problemet med mikroinvertrarna har varit priset. Priset per watt för mikroinvertrar ligger på \$ 0,52 medan de för andra invertrar ligger på \$ 0,40 per watt. Orsaken till att priset blir högt är att det behövs en för varje solpanel och alla måste vara vattentäta.

3.6.2 Grid Tie Inverter

Syftet med grid-tie invertern är att konvertera likspänning till växelspanning som matas rakt ut till elnätet. En grid-tie inverter används mellan en solpanel, vindturbin eller ett vattenkraftverk och elnätet. En viktig del för grid-tie invertern är att man måste vara noggrann med att den får samma spänning och fas som elnätet har.

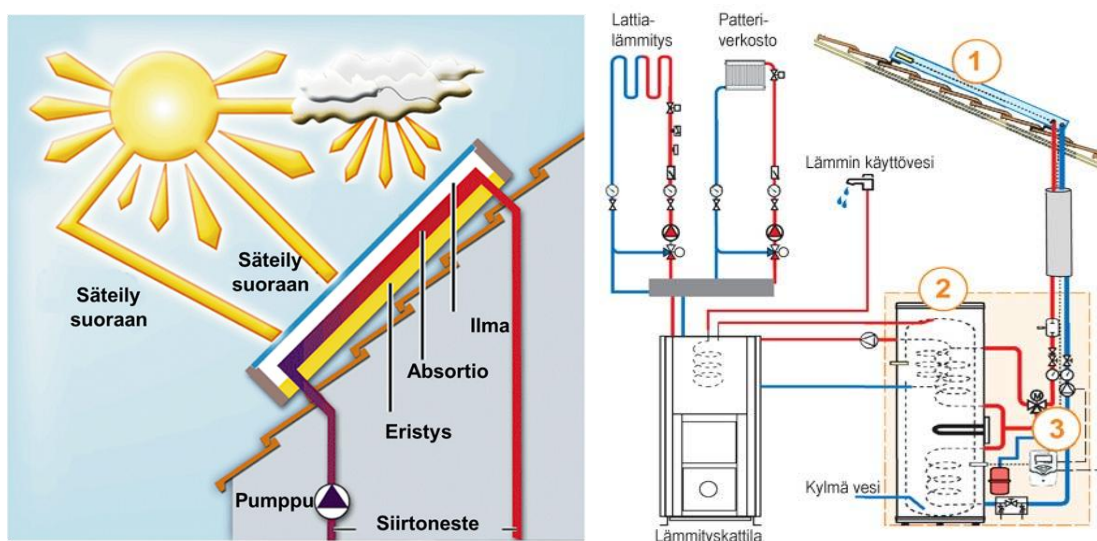
Extra energi som man producerar med solpanelerna kan man mata ut till elnätet. Det krävs att spänningen och frekvensen från elektriciteten som produceras skall konverteras till att vara exakt med elnätets spänning och frekvens. Elbolag betalar sedan en liten summa för energin som man producerat ut till elnätet. Man kan utnyttja en grid-tie inverter på ett ställe där det redan finns en befintlig koppling till elnätet men man vill producera lite egen elektricitet för att minska på köpande av el. Man behöver inte ha batterier för att lagra el som producerats av solpaneler utan elen används genast och överlopps el skickas ut till elnätet. Då egna solpaneler inte producerar tillräckligt med el så tas det som behövs till från elnätet. Det finns lite olika typer av grid-tie invertrar, sådana med låg- eller högfrekvens hantering med transformator och utan transformator. I Europa har de som inte behöver transformator blivit populära för att de är mindre och effektivare, medan man i USA använder invertrar med transformatorer för att man är rädd att de utan transformatorer kan skicka ut likspänning till elnätet för att det inte finns en galvanisk isolation mellan inkommande el och elnätet. (Grid-tie inverter, 2017)

3.7 Solfångare

Solfångaren används för att värma hus. Principen med solfångare är att de konverterar strålningsenergin till värmeenergi. Det finns två olika typer av solfångare: plana solfångare som liknar solpaneler eller paraboliska som liknar paraboliska antenner. Till skillnad från solpanelen överför solfångaren värme istället för el till huset.

Plana solfångarens element absorberar strålningsenergin väl eftersom den är svart. Strålningsenergin värmer upp elementet vilket gör att ljusstrålning blir till värmestrålning. Värmen överförs till en vätska eller en gas som finns i rör bakom solfångaren. Den uppvärmda vätskan eller gasen rör sig till husets värmesystem varifrån värmen körs vidare till huset som uppvärmning och bruksvatten.

Det finns solfångare av metallstruktur eller plast som tål värme. De har också olika typer av värmeledare. Det finns sådana som transporterar värmen med vätska eller gas. Det finns också solfångare med vakuumrör runt värmeledande röret som reducerar värmeförluster. Det viktiga med solfångarna är att elementen har bra absorberingsförmåga och kan överföra värmeenergi effektivt till värmeledaren. Verkningsgraden för solfångaren påverkas av hur den är riktad, vinkeln mot solen, vädret m.m. Solfångaren skall gärna vara riktad mot söder i ca 45 graders vinkel i våra förhållanden för att uppnå bästa resultatet. Vädret har stor inverkan på upptagande av strålningen från solen. Elementet skall vara välbyggt med bra värmeisolation och god absorberingsförmåga.

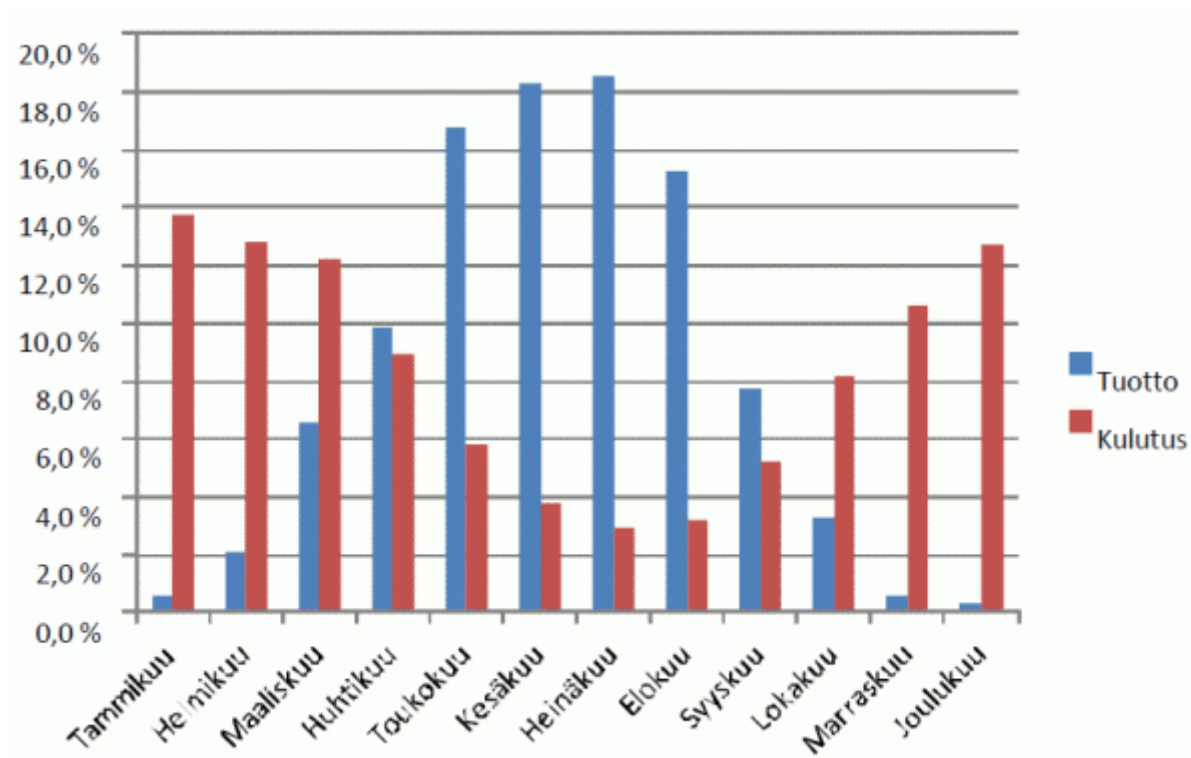


Figur 5. En solfångares funktion (GeboCleantech, u.å.)

I figur 5 ser vi två bilder. Till vänster ser vi strålningsenergin träffa solfångaren och värma upp vätskan i röret samt hur solfångaren är uppbyggd. Till höger är en bild över ett helt värmesystem där man använder solfångaren. Nedan går det igenom vad som sker vid de olika punkterna i den högra bilden.

1. Solfångaren på taket absorberar strålningsenergi som värmer elementet. Värmen leds till en vätska som går i rörslingor inuti solfångaren.
2. Den varma vätskan skall värma upp vattnet i bruksvattenberedaren.
3. Styrsystemet sköter om värmeöverföringen mellan solfångaren och vattenberedaren. Det finns en temperaturgräns som inte får överstigas. Temperturgivaren i solfångaren noterar utgående vätskans temperatur och en övertrycksventil som öppnar ifall temperaturen överskrider den högsta tillåtna.

De koncentrerande solfångarna koncentrerar strålningsenergin till en punkt som uppvärms. Parabolen har blanka element som reflekterar ljuset mot mitten av parabolen. I mitten av parabolen finns ett rör med en värmeledare (oftast olja) inuti. Röret skall vara av ett material som absorberar strålning väl. För att minska på värmeförluster kan vakuumsrör användas runt röret med värmeledaren. De här solfångarna kan också styras runt för att få en optimal vinkel mot solen.



Figur 6. Solfångarens produktion och ett hushålls konsumering av solenergi (SaimaaGardensServices, 2011)

Diagrammet visar när solfångaren producerar mest värme och när värmeförbrukningen är som störst. Tiden från april till september producerar de mer än vad som förbrukas i medeltal. Vintertid behövs det hjälp av en annan värmekälla eftersom solfångarna endast kan producera lite värme pga. att solen lyser så kort tid på vintern. Elvärme eller luftvärmepump är en lösning för att upprätthålla värmen vintertid samt för varmvattnet. Solfångaren används närmast för att värma bruksvattnet. (ATY, u.å.)

4 Teori om annan elmateriel

Övrig elmateriel som används i projektet är t.ex. kablar, jordfelsbrytare och luftvärmepump. De viktigaste delarna till den övriga installationen går igenom i detta kapitel. Det blir också ett räkneexempel om kabeldimensionering.

4.1 Jordfelsbrytare

En jordfelsbrytare används av säkerhetsskäl ifall ström skulle börja läcka ut i jord. För att undvika skador då jorden som inte skall vara ledande plötsligt börjar leda ström så bryter jordfelsbrytaren strömmen. Jordfelsbrytaren är obligatorisk i dagens läge i nybyggda hus och även då man ändrar på befintliga elinstallationer. Normalt bryter jordfelsbrytarna vid 30 mA. De finns modeller som kan bryta vid andra läckströmmar också men 30 mA är det normala. Jordfelsbrytaren behöver kollas med jämna mellanrum att den fungerar. Man räknar med att en gång per halvår skall räcka. En jordfelsbrytare testas man enkelt genom att trycka på testknappen och se om den bryter strömmen.

Förutom fasta jordfelsbrytare kan man också installera portabla jordfelsbrytaren. Portabla jordfelsbrytaren har den fördelen att all ström i huset eller lägenheten inte bryts. En fast installerad jordfelsbrytare bryter ofta strömmen från ett större utrymme. Portabla jordfelsbrytaren installeras i det utrymme som man vill ha den genom att sätta den i en stickkontakt. Strömmen bryts endast från de apparater som är kopplade till den här jordfelsbrytaren. En portabel jordfelsbrytare får även installeras av en lekman. (Nilson, 2015)

4.2 Kabeldimensionering

Det lönar sig att kolla hurdana kablar man behöver och att de håller för belastningen. Vid inomhusinstallationer används oftast MMJ-kablar och utomhus om det skall vara lite längre sträckor kan det vara bra att använda jordkablar, t.ex. MCMK. Spänningsfall uppstår då elenergin går i kablarna. Är kabeln lång blir det stora spänningsfall och därför måste kabeln dimensioneras för att hålla spänningsfallet så lågt som möjligt.

Formel över en kabels spänningsfall:

$$U_h = I (R \cos\varphi + X \sin\varphi) \quad (4.1)$$

U_h = spänningsfall

I = ström

R = kabelns resistans

X = kabelns reaktans

φ = vinkeln mellan fasspänningen och strömmen

Räkneexempel för 40 m lång MCMK 5x2,5 mm² trefaskabel med symmetrisk trefasbelastning (bilaga 1):

$$U_h = ?$$

$$I = 16 \text{ A}$$

$$R = 7,41 \text{ } \Omega/\text{km}/1000 = 0,00741 \text{ } \Omega/\text{m}$$

$$X = X_L - X_C \quad (X_L = \omega L, X_C = 1/\omega C) \quad (\omega = 2\pi f)$$

$$L = 0,32 \text{ mH/km (induktans)}$$

$$f = 50 \text{ Hz (frekvens)}$$

$$X_L = 0,101 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Kapacitansen i en kabel fungerar mera som en faskompensering eftersom den är parallellt med belastningen i kabeln. Det betyder att kapacitansen kan man lämna bort i spänningsfallsberäkningar. Man brukar också försumma den induktiva reaktansen i en sådan här beräkning eftersom reaktansen är så liten jämfört med resistansen. Effektfaktorn $\cos\varphi = 1$ kan man räkna med då det handlar om hushållsförbrukning.

$$U_h = I * R \cos\varphi$$

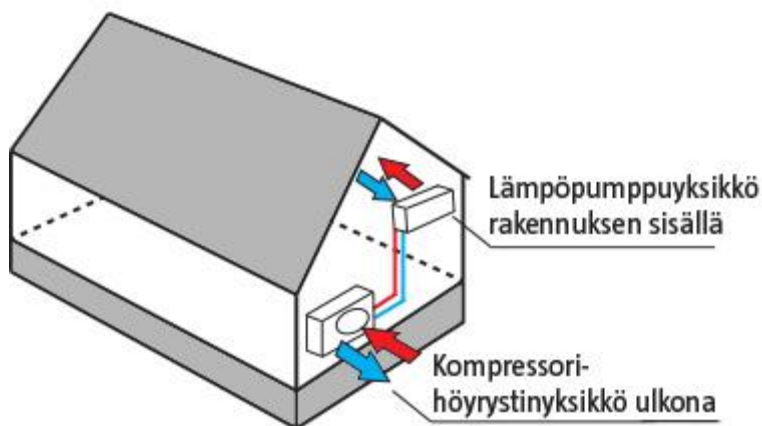
$$U_h = 16 \text{ A} * (0,00741 \text{ } \Omega/\text{m} * 40 \text{ m} * 1) = 4,74 \text{ V}$$

Spänningsfallet skulle bli 4,74 V för 40 m av MCMK 5x2,5 mm². Det här spänningsfallet gäller för en trefas kabel med symmetrisk trefas belastning, men i hushåll används det mest enfaskabel. Denna beräkning kan t.ex. användas då man drar en kabel mellan

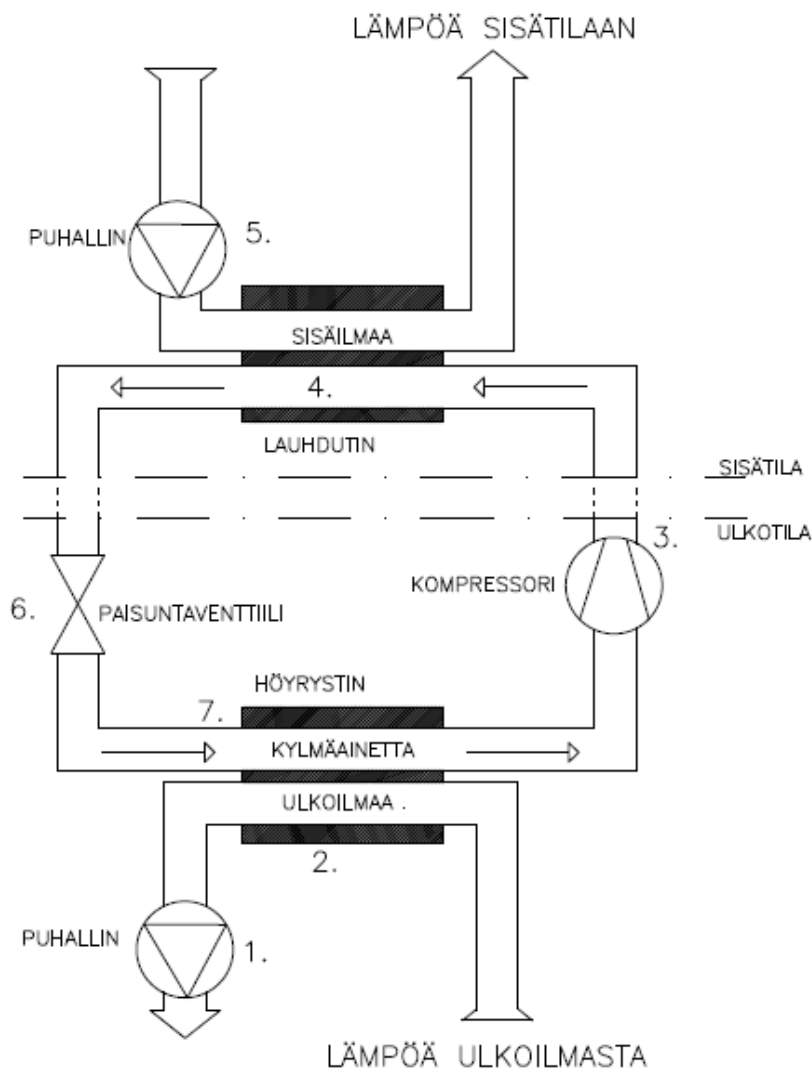
huvudcentralen och gruppcentralen. För hushållsbruk finns det inga begränsningar, men det rekommenderas att hålla spänningsfallet relativt lågt. (ABB, 2000)

4.3 Luftvärmepump

Luftvärmepumpen används för att värma eller upprätthålla värmen i ett hus. Man kan också använda en luftvärmepump för att kyla ett utrymme t.ex. sommartid. Den består av två delar, en inre enhet och en yttre enhet. Inre enheten installeras högre upp på väggen inomhus och den består av en värmeväxlare och styrningselektronik. Yttre enheten installeras lägre ner på väggen ganska nära marknivå om möjligt för att lättare kunna underhålla den. Yttre enheten består av en kompressor samt en värmeväxlare. Olika luftvärmepumpar har olika kapacitet att värma och kyla. Inne i pumpen finns även ett filter som filtrerar bort fukt och damm som sugas in. Det går två rör från yttre- till inre enheten så att en värmekrets mellan de två enheterna kan skapas.



Figur 7. Placering av luftvärmepumpens enheter (Bauhaus, ilmalämpöpumppu tuo suuria säästöjä lämmitys- ja energiakustannuksissa, 2017)



Figur 8. Luftvärmepumpens funktion (Rokkonen & Lipponen, u.å.)

1. Den yttre enheten tar in luft utifrån och tar värmen av den och fläkten blåser ut kall luft tillbaka.
2. Det kalla kylmediet förångas i yttre enhetens värmeväxlare så att ångan kan uppta värmeenergin från luften utifrån.
3. Efter det far det förångade kylmediet in i kompressorn där ångan komprimeras och trycket och temperaturen höjs.
4. Ångan kommer sedan in till inre enheten där en värmeväxlare tar värmeenergin från ångan och kylmediet kyls tillbaka till vätskeform.
5. Inre enheten blåser den uppvärmda luften in till huset.
6. Tryckventilen sänker på trycket och temperaturen för kylmediet innan kylmediet far tillbaka till den yttre enheten och börjar en ny cykel.

För att välja rätt luftvärmepump för ens behov tittar man på SCOP-värde, värmeeffekten och fuktavtagningsfaktorn. Även priset kommer att inverka vilken man väljer. Luftvärmepumpar kostar mellan 1200 och 3000 € beroende på kapacitet och dessutom blir det kostnader för installationen. För ett egna hemshus på ca 120 m² räcker en luftvärmepump i prisklassen 1200–1600 €. Har man bestämt sig för luftvärme så är det ändå det viktigaste att kolla verkningsgraden (SCOP) och effekten. Desto högre SCOP-värde och värmeeffekt desto bättre värmer luftvärmepumpen då det är kallt väder. SCOP står för Seasonal Coefficient of Performance. Nominella verkningsgraden som ges för pumpen berättar energin den ger vid +7 °C. Vill man också använda pumpen för kylning berättar SEER-värdet (Seasonal Energy Efficiency Ratio) verkningsgraden för kylning. Det lönar sig inte att överdimensionera en luftvärmepump eftersom verkningsgraden blir sämre pga. högre energiförbrukning. Alla pumpar har en viss inmatningseffekt. Om utrymmet är tillräckligt stort eller vid riktigt låg temperatur kan en effektivare luftvärmepump vara lönsam. Blir det för kallt, under -25 grader, börjar det bli olönsamt att använda en luftvärmepump för man förbrukar mera energi än den producerar. (Rokkonen & Lipponen, u.å.)

4.4 Fjärrstyrning

Man kan styra en hel del olika funktioner i huset med hjälp av en dator eller en mobiltelefon. Det här kallas för fjärrstyrning. Det vanligaste som man använder fjärrstyrningen i hemmet till är för belysningen. Annat populärt är värmesystem och eldriven bastuugn. Färdiga paket för fjärrstyrning med lite mera funktioner kostar ofta mycket (ca 200 € uppåt), men nöjer man sig med lite enklare basfunktioner och köper endast de delar man behöver så kommer man billigare undan.

Det viktigaste är att det finns möjlighet till nätverkskontakt så att elektroniken kan kommunicera med varandra trådlöst eller med kabel. Det går enkelt att styra mha. smarttelefoner och datorer om man har modem med möjlighet för trådlös kontakt. Om man inte har färdigt Internet-uppkoppling till huset som t.ex. på en sommarstuga så kan man skaffa usb-modem billigt. Man har inte höga hastigheter på dataöverföringen men för fjärrstyrning behövs det inte så höga hastigheter. Tillvägagångssättet är lika oberoende om man styr på distans eller om man är hemma i huset. Det är bara programmen som man använder för styrningen som kan fungera på lite olika sätt. Förutom Internet-uppkoppling så är det viktigt att ha något som kan sända och ta emot signaler. De billiga lösningarna

fungerar på sättet beskrivet ovan medan de dyrare är automatiska och kommunicerar med varandra och skickar meddelanden om läget. Det lättaste och billigaste alternativet är en strömbrytare som man ansluter till ett eluttag. Strömbrytaren styrs med en liten kontrollenhet som då aktiverar eller deaktiverar strömbrytaren. Produkten man vill styra kopplar man helt enkelt till en strömbrytare. Det finns att få fler än en strömbrytare i samma förpackning med en kontrollenhet för 20 € och uppåt.

Det finns andra olika lösningar att styra hemmet med också. De andra möjligheterna är dyrare än det enklaste vi tidigare sett på. Ett svenskt företag Telldus Technologies har tre olika produkter för fjärrstyrning. Den enklaste av dem Tellstick är en liten produkt som ser ut som ett usb-minne med en antenn. Man kopplar den till en dator via usb-porten och skickar iväg signaler till en mottagare som kan vara en brytare kopplad till ett eluttag. Den här produkten kan endast sända signaler. Passar utmärkt för att styra belysningen i huset.

De två andra varianterna Telldus Net och Telldus Duo kan både sända och ta emot signaler. Båda är kopplade till Internet med den skillnaden att Tellstick Net är kopplad rakt till en router utan att behöva vara kopplad till en dator. Den har ett eget program som man styr signalerna med. Programmet som man använder är Telldus Live och med det kommer man åt att sända och ta emot signaler. Telldus Live kommer man åt via en webbläsare. Förutom datorer kommer man också åt att kunna styra dem via telefoner från webbläsare eller mobilapplikationer. Till exempel med produkten Telldus Net och dess program Telldus Live med brytaren som kan ta emot signaler och trådlösa temperaturgivare kan man styra belysningen och temperaturen i huset relativt enkelt och inte allt för dyrt, ungefär för 100–200 €.

Fördelar med fjärrstyrning är att man kan styra automatik i huset väldigt enkelt utan att fysiskt behöva vara närvarande, t.ex. sätta på belysningen, bastun m.m. Då man inte är hemma och har glömt belysningen på så kan man stänga den via en mobilapplikation eller en webbläsare. Ifall man har eldrivet värmesystem t.ex. på sommarstugan så kan man sätta på det ett par timmar innan man åker dit och kommer till ett färdigt uppvärmt hus.

Förutom behändighetsaspekten med fjärrstyrning så sparar man också ström med hjälp av det. Man kan styra elektroniken i hemmet för att få det så energisnålt som möjligt. Man kan ha belysningen styrd så att den inte lyser i onödan och att den bara lyser så mycket det behövs i olika situationer. Det kostar lite mera att installera fjärrstyrning, men betalar nog igen sig i elräkningen. Fjärrstyrning kommer man att se allt mer i hushållen när man försöker göra husen så smarta och energisnåla som möjligt. (Arons, 2015)

5 Elförbrukning

Till en början beräknas ett ungefärligt energibehov till sommarstugan för att veta hur mycket energi som man behöver producera utan att behöva använda det fasta elnätet. Då får man veta hur många solpaneler som kommer att behövas för att klara av energibehovet samt batterikapaciteten.

Den årliga förbrukningen på sommarstugan är lite svår att beräkna på förhand eftersom förbrukningen helt beror på hur mycket man är där. Under sommarmånaderna är förbrukningen som störst medan också produktionen från solpanelerna är som störst. Man kan räkna med sex månader av vistelse på sommarstugan från april till september. Kylskåpet och frysen är det enda man kan räkna med som konstant inkopplat.

För att värma stugan har det använts vedeldning i första hand med elbatterier enligt behov, närmast under natten. Nu skulle det bli aktuellt med en luftvärmepump som skulle behålla värmen i stugan. Eftersom stugan är nära ett träsk så är luften fuktig. Inomhus är fuktigheten upp till över 70 % emellanåt. Luftvärmepumpen skulle också hjälpa för att minska på fuktigheten inne. I planerna finns en Panasonic Nordic CE 9/12 som är förmånlig och klarar sig bra i ett mindre utrymme.

Räknar med de lampor som är regelbundet i bruk. Lamporna inne i huset är på om kvällarna, möjligen på morgonen, dagligen. Lamporna på balkongerna och i gäststugan är bara på nu och då, så de ingår inte i denna räkning, men lite spelrum måste det finnas för de lamporna också. Utelamporna kommer att vara på om kvällarna då det är mörkare, medan de endast är på under högsommaren.

Nedan ses det på förbrukningen på sommarstugan om man skulle vara hela halvåret på plats. Uppgifterna om elförbrukningen för elapparater och priserna är tagna från Vattenfalls hemsidor (Adato, 2011). Dagens elpris ca 11,80 c/kWh inklusive distributionspriset, med en grundavgift på 16,95 €/mån för elöverföringen och 4 €/mån för elförsäljningen (uppgifterna tagna ur senaste elräkning 2016).

Tabell 1. Den maximala förbrukningen om man skulle vara så gott som hela halvårs perioden på sommarstugan

	Förbrukning/h	Tid/dygn	Pris/ dag	Antal	Ungefärlig års- förbrukning	Tid/år	Unge- färligt årspris
Kylskåp-frys	0,8-1,2 kWh/dygn	24 h	9,44 - 14,16 cent	1	180 kWh	6 mån	21,24 €
Spis	0,5-1,0 kWh	1 h	5,9 - 11,8 cent	1	150 kWh	5 mån	17,70 €
Mikrovågs- ugn	0,2 kWh/ 10 min	20 min	4,72 cent	1	72 kWh	6 mån	8,50 €
Kaffekokare	0,1 kWh/ 10 min	20 min	2,36 cent	1	36 kWh	6 mån	4,25 €
Vattenkokare	0,1 kWh/5 min	30 min	7,08 cent	2	108 kWh	6 mån	12,74 €
LCD TV 32"	0,08 kWh	4 h	3,78 cent	1	48 kWh	5 mån	5,66 €
Luftvärme- pump	Ca 1 kWh	12 h	1,42 €	1	1056 kWh	5 mån	124,61 €
Elbatteri 600 W	0,6 kWh	8 h	56,64 cent	1	576 kWh	4 mån	67,97 €
Dammsugare	1 kWh	30 min	5,9 cent	1	40 kWh	2 ggr/v (5 mån)	4,72 €
Lågenergi- lampa(18 W)	0,02 kWh	10 h	2,36 cent	Ca 10	36 kWh	6 mån	4,25 €

Lågenergi-lampa (18 W) ute	0,02 kWh	4 h	0,94 cent	Ca 12	14,4 kWh	6 mån	1,70 €
Bärbar dator	0,03 kWh	3 h	1,06 cent	1	13,5 kWh	5 mån	1,59 €
Vattenautomat	0,7 kWh	1 h	8,26 cent	1	84 kWh	4 mån	9,91 €

Tabellen ovan är maximala elförbrukningen för sommarhalvåret. Den totala energiförbrukningen per år för sommarstugan är ca 2400 kWh. Egentligen så är det här förbrukningen för ett halvt år men eftersom man inte vistas på sommarstugan vintertid så blir det i princip för hela året. I beräkningen ser man lite på ungefär hurudant väder det brukar vara sommartid som avgör hur mycket det går åt till uppvärmning och belysning. De övriga sakerna är ett medeltal hur mycket man kan räkna med att de används. I tabellen är det uträknat om man skulle vara på sommarstugan faktiskt i ett halvt år så det kommer inte att uppnås. Elpriset för ett halvår skulle bli 284,84 € med mina uppskattningar. Därtill kommer det en månadsavgift på 20,95 € i månaden, så det blir 251,40 € till i året. Man betalar även vintertid månadsavgiften för el, fast man inte skulle behöva ström under denna tid. Det finns ström att ta till ifall man skulle behöva. Följande tabell är en mer realistisk beräkning över hur stor elförbrukningen är i verkligheten på sommarstugan.

Tabell 2. En realistisk uppskattning över elförbrukningen på sommarstugan

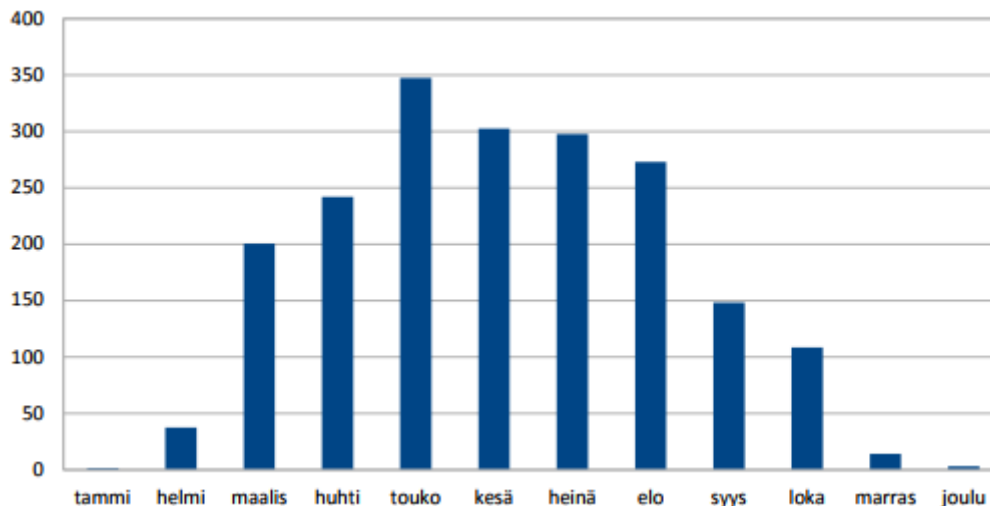
	Förbrukning/h	Tid/dygn	Pris/dag	Antal	Ungefärlig årsförbrukning	Tid/år	Ungefärligt årspris
Kylskåp-frys	0,8-1,2 kWh/dygn	24 h	9,44 - 14,16 cent	1	180 kWh	180 d	21,24 €
Spis	0,5-1,0 kWh	1 h	5,9 - 11,8 cent	1	90 kWh	90 d	10,62 €
Mikrovågs-	0,2 kWh/	20 min	4,72 cent	1	36 kWh	90 d	4,25 €

ugn	10 min						
Kaffekokare	0,1 kWh/ 10 min	20 min	2,36 cent	1	18 kWh	90 d	2,12 €
Vattenkokare	0,1 kWh/5 min	30 min	7,08 cent	2	54 kWh	90 d	6,37 €
LCD TV 32"	0,08 kWh	4 h	3,78 cent	1	25,6 kWh	80 d	3,02 €
Luftvärme- pump	Ca 1 kWh	12 h	1,42 €	1	720 kWh	60 d	84,96 €
Elbatteri 600 W	0,6 kWh	8 h	56,64 cent	1	216 kWh	45 d	25,49 €
Dammsugare	1 kWh	30 min	5,9 cent	1	10 kWh	20 d	1,18 €
Lågenergi- lampa(18W)	0,02 kWh	9 h	2,36 cent	Ca 10	16,2 kWh	90 d	1,91 €
Lågenergi- lampa (18W) ute	0,02 kWh	4 h	0,94 cent	Ca 12	5,6 kWh	70 d	0,66 €
Bärbar dator	0,03 kWh	3 h	1,06 cent	1	6,75 kWh	75 d	0,80 €
Vatten- automat	0,7 kWh	1 h	8,26 cent	1	32,2 kWh	46 d	3,80 €

Vistelsen på stugan har räknats som följande: en tredjedel av april och september, halva maj och augusti och två tredjedelar av juni och juli. I april och september är det närmast veckosluten som man är på stugan. Maj och augusti är man där mera, beroende på möjlighet. Juni och juli tillbringar man en stor del av tiden på stugan. Den mer realistiska elförbrukningen är 1410 kWh och priset skulle bli ca 165 €.

En solpanel producerar energi uttryckt i Wh som motsvarar 1000 gånger märkeffekten uttryckt i W. Det betyder att en solpanel med märkeffekten 100 W skulle producera ungefär 100 kWh i året. Det här är en siffra som kommer att variera varje år beroende på vädret, men i medeltal borde det stämma. Under sommaren och våren produceras största

delen av elen under året, så man kan räkna med ungefär 70-75 % att bli producerat under det ljusare halvåret. Enligt diagrammet produceras knappt 400 kWh under perioden oktober-mars medan det producerades 1600 kWh under perioden april-september. Diagrammet är över ett solkraftverk i Tammerfors.



Figur 8. En solpanels elproduktion (Finnwind, 2013)

Behovet skulle vara 8 st 250 W solpaneler för att kunna täcka elförbrukningen. Det skulle bli en elproduktion på ca $8 \cdot 187,5 \cdot 1000 \text{ Wh} = 1500 \text{ kWh}$. Antalet solpaneler är åtta, elproduktionen per 250 W solpanel blir 187,5 (75 % av årsproduktionen) samt 1000 från att en solpanel producerar i Wh 1000 gånger märkeffekten uttryckt i W. Ungefär 100 kWh för lite skulle det bli för att täcka behovet under det här halvåret. För att kunna täcka elkonsumtionen vid maximal förbrukning (figur 1) skulle det behövas 16 st 250 W solpaneler, men det tar också utrymme och längre tid att betala igen sig. De skulle producera 3000 kWh under denna period, men det behövs inte eftersom man inte vistas hela halvåret på stugan. Man kunde komplettera produktionen med ett par mindre paneler t.ex. 100 W för att få 100 kWh till.

Uppvärmningen av stugan tar mycket energi (2/3 av den totala förbrukningen), vilket är orsaken till behovet av så många paneler. Då stugan är i två plan kan det behövas ett elbatteri i övre våningen fast det finns en luftvärmepump i nedre våningen. Förutom den bärbara datorn hör också uppladdning av telefoner till samma kategori.

Eftersom man inte alltid är på sommarstugan är det bra att det finns batterier som samlar upp el medan man är borta. Det är bra att ha en batterikapacitet för att kunna klara ett par dagar med dålig laddning. De här åtta solpanelerna producerar under en dag ca 8,3 kWh (1500 kWh/180 d), under sommarhalvåret.

Eftersom det är fråga om en sommarstuga och man inte alltid är där så kan man också utnyttja solpanelerna för att skicka ut elektriciteten till elnätet istället för att endast ladda upp batterier. Kör man elen som solpanelerna producerar till elnätet då man inte är på plats behöver man mindre batterikapacitet eftersom man kan få elen tillbaka köpt om det blir knappt. Speciellt maj och september månad när man är väldigt lite på stugan så kan man bra ladda upp ett mindre batteri och skicka överlopps elen ut till elnätet. Eftersom det finns ett befintligt elnät till stugan så kommer det att kopplas ihop med det lilla solkraftverket. Det är ett alternativ man kan fundera på. Man får visserligen ganska lite pengar för det och att köpa tillbaka energin är dyrare.

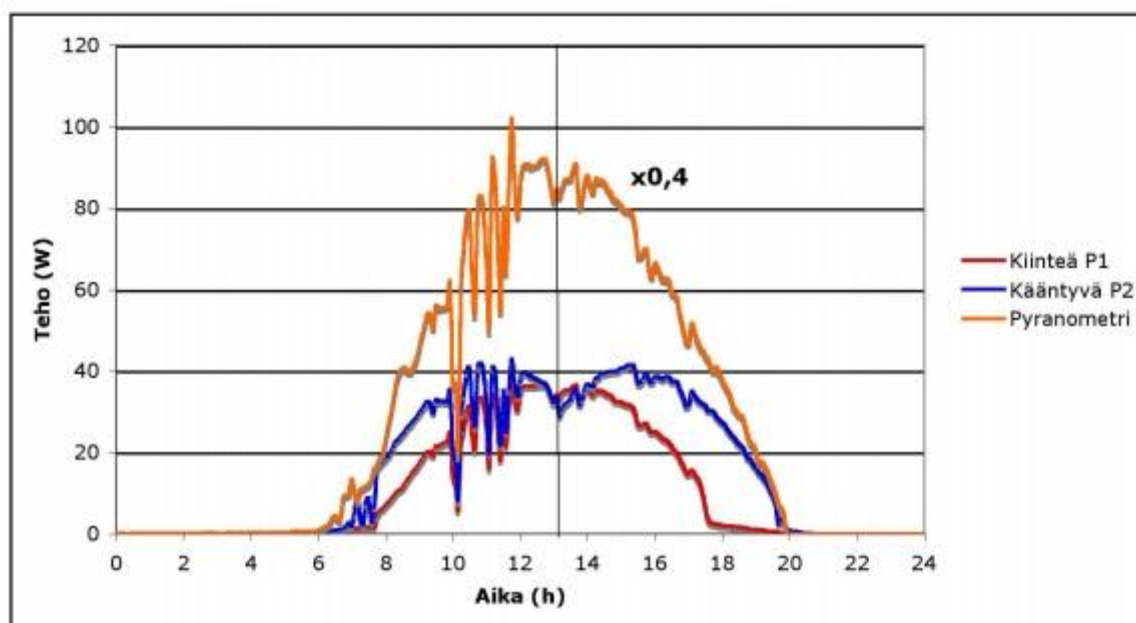
6 Installeringen av solpaneler

Hustaket på huset är vänt i nord-sydlig riktning vilket gör att installering av solpanelerna på taket inte skulle vara den bästa lösningen. I det här fallet så blir det att fundera på att installera solpanelerna på marken i sydlig riktning. Då får solpanelerna producerat mest energi. Vi ska också ta en titt på hur stor skillnad i energiproduktion det blir om man har solpanelerna installerad i fasta ställningar eller med roteringsmöjlighet. Här kommer också kostnaderna och produktionen att jämföras för att se om det blir lönande och ifall produktionen skulle räcka till för husets energibehov.

Tidigare i projektet märktes det att det skulle behövas många solpaneler för att kunna täcka elförbrukningen för sommarhalvåret. För att vara exakt ca 8 st 250 W solpaneler. Värmen i stugan klarar sig i praktiken med lite mindre effekt än vad man beräknat med. Det blir att kompromissa och hitta en passlig balans med hur mycket utrymme man har möjlighet för solpanelerna och att de konverterar tillräckligt mycket energi så att man inte behöver ta elnätet till hjälp.

I kapitlet om elförbrukningen räknades att 8 st 250 W solpaneler skulle producera ca 1500 kWh under perioden april–september. Det skulle motsvara uppskattningen av elen som går åt. En solpanel skulle producera 187,5 kWh för halvåret. Aurinkosahko.net har nu erbjudande på 4 st 270 W solpaneler för 800 €, normalt 1000 €. Två gånger det priset

skulle vara 1600 € för panelerna + 30 € frakt. De har lite större effekt och passar för både 12 V och 24 V system. Storleken per panel är 1,64 x 1,0 m. Totala storleken för åtta paneler skulle bli 8 m i bredd. Det behövs ett ordentligt utrymme för att placera dem och speciellt om man ännu har vridbara ställningar till dem behövs det ännu mera. Placeras de i två rader måste man se till igen att de inte skuggar varandra. Priset på ställning som placeras på marken är knappt 300 € för en solpanel med effekt mellan 100 och 270 W. Det skulle bli 2400 € för ställningarna. Totalt skulle ett sånt paket kosta ca 4000 € utan installeringskostnader och kabel. I det här fallet skulle det vara att man skulle stå för installeringen själv så mycket man får göra själv. Extra kostnader kommer visserligen av det. Sedan behövs det batterier och laddningskontrollenheter. Vi skall ta och se om det är lönsamt att installera vridbara ställningar för extra produktion eller inte.

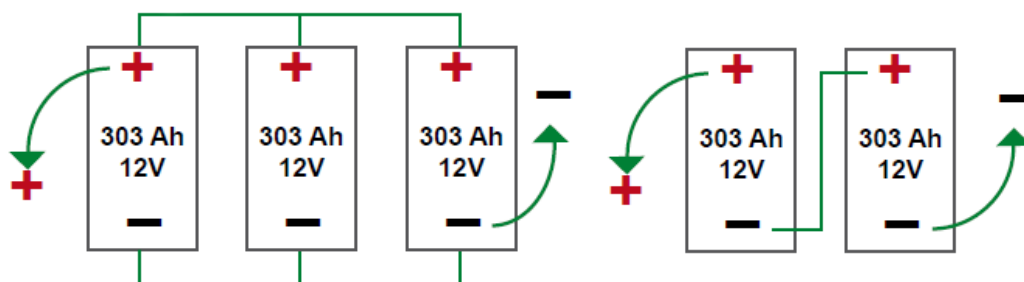


Figur 9. Skillnaden mellan produktion hos en vridbar och en fast installerad solpanel (SavoniaAmmattiikorkeakoulu, 2006)

Grafen är tagen av en undersökning från Varkaus som gjordes åren 2001–2006. Den röda linjen i grafen är en fast solpanel, alltså den är alltid riktad åt samma håll. Den blåa linjen är en solpanel som vrider sig enligt solens rörelse mha. en elmotor. Den gula linjen är instrumentet som den totala strålningens energi uppmättes med. Den fasta panelen är riktad rakt söderut. I undersökningen ser man att den vridbara panelen producerar mellan 20 och 40 W i tre timmar längre än vad den fasta panelen lyckades. Då solen lyste rakt söderifrån så hade panelerna ungefär samma produktion. Den fasta solpanelen producerade 220 Wh medan den vridbara producerade 320 Wh. Resultatet blev ca 45 % större elproduktion av den

än vad den fasta solpanelen kunde producera. Det här var under en solig dag medan en molnig dag producerar en vridbar solpanel ungefär 10 % mera el. I medeltal producerar en vridbar solpanel ungefär 30 % mera. (SavoniaAmmattiikorkeakoulu, 2006)

Det här skulle betyda att produktionen för de 8 st 250 W solpanelerna skulle bli ungefär 1900 kWh i stället för 1500 kWh för halvåret ($1500 \text{ kWh} \cdot 1.3$). Man skulle klara sig med 6 st vridbara 250 W solpaneler. Problemet är att vridbara solpaneler används väldigt lite inom privat bruk, så priser på vridbara är väldigt svårt att hitta. De vridbara används inom solkraftverk för att kunna producera så mycket som möjligt el för elnätet. Till nackdelar hör att de kostar lite mera per watt än stationära (\$ 0,08-\$ 0,10/ W). Förutom det så behöver de mer underhåll än en stationär solpanel. De är också problematiska vintertid i våra förhållanden eftersom de inte lämpar sig väl för kyla och snö. Solföljarna är designade för varmare förhållanden skriver Steven Bushong på Solar Power Worlds hemsida. Det här resulterar i att det blir att installera dem med fasta ställningar i väntan på att de vridbara blir allmännare bland privata konsumenter. (Bushong, 2016)



Figur 10. Parallellkopplade batterier och seriekopplade batterier (SWEnergia, Aurinkopaneelijärjestelmän AGM akut)

I val av batteri skall man tänka på vilken spänning man behöver och hur mycket man behöver lagringskapacitet. I bilderna ovanför finns två olika sätt som man kan koppla batterierna. Till vänster i figur 10 är batterierna parallellkopplade. Då behåller batteriet 12 V nominell spänning men lagringskapaciteten ökar från 303 Ah till 909 Ah. Pluspolerna kopplas ihop och minuspolerna kopplas ihop. På den högra sidan i figur 10 är batterierna seriekopplade. Då ökar den nominella spänningen hos batteriet, men inte lagringskapaciteten. Nominella spänningen i batteriet blir 24 V medan lagringskapaciteten fortfarande är 303 Ah.

För det här projektet blir det att installera batterierna parallellkopplat för det är huvudsaken att få högre lagringskapacitet. Det rekommenderas att ha lagringskapacitet för ett par dagar så att batterierna inte laddas ur helt och hållet så ofta då de blir mulnare dagar. Det

förkortar livstiden på batterierna. Kapaciteten hos batterierna påverkas hur snabbt de urladdas. Det lönar sig hellre att överdimensionera batterikapaciteten än att ha för lite och förkorta batteriets livslängd. AGM-batterier urladdar väldigt långsamt då de inte används, endast 2 % jämfört med 6–8 % hos ett öppet batteri. AGM-batterier laddas upp väldigt effektivt också. När man blir tvungen att byta batterier så är det rekommenderat att byta alla batterier om man har flera än ett. Det gamla batteriet har tappat en del kapacitet och det kommer att påverka det nya batteriets kapacitet också. AGM-batterier har en livstid på 10–20 år om man har använt det som det skall. AGM-batterier används mycket inom solenergin. Rolls batterier är lite bättre om man behöver ha större än 1000 Ah lagringskapacitet. De tål mer urladdningar också än de vanligare AGM-batterierna (SWEnergia, Aurinkopaneelijärjestelmän AGM akut)

Under kapitlet elförbrukning räknades ut att de åtta stycken 250 W solpanelerna producerar 8,33 kWh/dag. Det konverterat till Ah blir 694 Ah. För två dagar av lagringskapacitet skulle det behövas ca 1400 Ah. Sju stycken AGM-batterier med en kapacitet på 220Ah skulle kosta ca 2800 € via företaget SW energia.

En laddningskontrollenhet behövs mellan solpanelerna och batteriet för att se till att batteriet laddas upp optimalt. En MPPT laddningskontrollenhet från Saarisotekniikka som klarar en max effekt på 250 W från solpaneler kostar 250–400 €. Det skulle behövas en för varje panel. Det blir ett totalt pris mellan 2000 och 3200 €.

Det behövs också en inverter mellan batteriet och gruppcentralen. Invertern skall kunna invertera 12 V likspänning till 230 V växelspänning. Företaget HQ har en inverter för att invertera 12 V DC spänning från batteriet till 230 V AC spänning för elnätet för ungefär 100 €. Den har en effekt på 600 W. Från samma tillverkare finns det en inverter med 1000 W effekt för 60 € mer.

Vill man ha invertrar med högre effekt för att köra ut extra producerad el från solpanelerna ligger deras effekt på 1,5–25 kWp (kilowatt peak). Dessa invertrar är större och kostar betydligt mera. Man skall helst inte ha över 40 m lång kabel från solpanelerna till invertern. Blir avståndet längre behöver man ha tjockare kabel. Kabeln som används är 6 mm² plus och minus PV1-F solströmskabel. Från invertern till elskåpet installeras det med MMJ 5x2,5 mm² installationskabel eller samma dimensions MCMK jordkabel. En nätinverter kostar några hundra euro.

7 Installering av utebelysning och el till bastun

I detta kapitel planeras det eldragning på gården och i bastubyggnaden. Jordkabel kommer att dras från elskåpet till bastun. Vid bastun blir det en gruppcentral därifrån det dras el in till själva bastubyggnaden. En annan jordkabel dras från huset till utebelysningen.

Noggrannare ser vi på det nedan.

7.1 Utebelysning

Från huset ner till bastun skulle det sättas tre utelampor längs med vägen samt två vid bron över bäcken. De tre som går längs gräsmattan skulle vara lite större än de två som skulle sättas vid bron. Styrningen för utebelysningen skulle ske inifrån huset. I huset skulle det finnas en brytare där man tänder och släcker belysningen ute. Från brytaren skulle de gå en jordkabel ut från huset och ner i marken. Utebelysningen skulle bli parallellkopplad, det vill säga att skulle en lampa slockna så slocknar inte alla.

Utelampor varierar mycket i pris beroende hur stora och starka lampor man vill ha eller om de skall ha en speciell design. Lamporna kan kosta 50–200 €. Lamporna man tittat på ligger i prisklassen 80 €. En jordkabel kommer att gå från en brytare i huset till sex stycken parallellkopplade utelampor. Kabeln som används kommer att vara MCMK 3x2,5 mm². Lamporna som blir installerade är tre pelarlampor och tre väglampor. En väglampa till med rörelsedetektor placeras utanför bastubyggnaden. Den här lampan blir kopplad till den nya gruppcentralen vid bastun.

Från gruppcentralen kommer det att gå en jordkabel till eluttag på en stolpe. Den här stolpen placeras ganska nära stranden för det är meningen att vattenpumpen blir kopplad till den. Stolpen blir också kopplad med MCMK 3x2,5 mm². Eluttagen har skyddsbezeichnung IP 44.

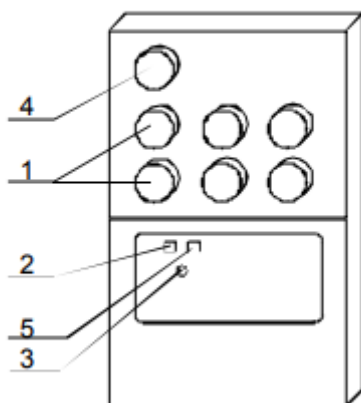
7.2 Bastun

Kopplingen till bastun skulle komma från elskåpet utan att gå via huset. Tre nya säkringar för eventuell elbastuugn samt jordfelsbrytare skulle kopplas in i elskåpet för dragningen av trefas el till bastun. Säkringen behöver klara av belastningen som kommer av elförbrukningen från bastun. Antagligen kommer 16 A säkringar att räcka. För att man inte skall behöva dra flera kablar från elskåpet till bastun (sträckan blir onödigt lång) så kunde

det vara ett bättre alternativ att sätta en gruppcentral vid bastun. Då skulle det behövas en grövre kabel och en kontroll att säkringarna klarar av belastningen. En jordfelsbrytare installeras i huvudelskåpet tillsammans med säkringarna som skickar ström till den nya gruppcentralen. En jordfelsbrytare installeras också i gruppcentralen. Gruppcentralen behöver inte vara så stor, det räcker med plats för några säkringar. Gruppcentralen blir placerad på bastuväggen utanför. Belysningen och eluttagen ute och inne i bastun behöver en säkring samt elbastuugnen behöver tre säkringar eftersom den går med trefasström.

Från gruppcentralen går det elkablar in till bastun via en kopplingsdosa. Kopplingsdosan blir placerad inne i bastun vid dörren. I kopplingsdosan kopplar man kablarna in i en kopplingsplint. Kablarna sätts in i kopplingsplinten färg mot färg. Därifrån dras det med normal elkabel MMJ-3x2,5 mm² till eluttagen, elbrytarna samt lamporna. Det första rummet som är omklädningsrummet, dit placeras ett dubbeleluttag, en dubbelbrytare samt en taklampa. Det kommer att bli ytinstallering alltså elkablarna samt uttag och brytare kommer att installeras utanpå väggen istället för att kablarna går i väggen och brytaren och uttaget skulle bli infällda i väggen. Brytaren skulle styra taklampan i omklädningsrummet och andra lamporna i badrummet och själva bastuutrymmet. I badrummet och i bastuutrymmet skulle det bli en lampa var. De här lamporna måste vara av minst kapslingsklass IP 44 för att klara av fukten som uppstår i badrummet och bastun. Elkablarna till lamporna kommer att gå i taket i dessa utrymmen. Kabeln som skall gå till bastuugnen kommer från gruppcentralen rakt in till bastuutrymmet. Kabeln kommer att vara en trefaskabel och kan vara flamsäker, men oftast används vanliga installationskablar som t.ex. MMJ-kabel. Bastuugnen räknas inte att gå med solel eftersom den har ett stort energibehov. Man kan också sätta en styrning in i gruppcentralen så att man kan externt sätta på och stänga av bastuugnen. Då har man en brytare som kan ta emot signaler från en telefonapplikation eller dylikt som sänder en signal. (SaunatecOY)

RAKENNE



Figur 11. Bild över en styrenhet till bastuugnen

1. Grupsäkringar för bastuugnens olika effekter (båda har en egen kontaktor).
2. Märkbelysning som lyser gult då bastuugnen är på.
3. Klockans märkbelysning.
4. Säkringen för styrström.
5. Reset - knappen.

Den här fjärrstyrningsenheten kopplas in i gruppcentralen varifrån den kan styras externt med en mobiltelefon. En 3x1,5 mm² MMJ installationskabel går från gruppcentralen in i bastuns omklädningsrum där det finns en styrpanel för bastuugnen. Styrpaneler säljs av Harvia och Kastor m.fl. Från styrpanelen går det en 5x1,5 mm² flamsäker kabel till bastuugnen och termostaten.

7.3 Gruppcentralen

Gruppcentralen vid bastun behöver inte vara en stor enhet. In i gruppcentralen behövs inte plats för så många säkringar, i det här fallet minst sex säkringar. En jordfelsbrytare behövs också. Det är behändigt om det finns plats för ett eluttag i gruppcentralen. Kabeln från huvudcentralen till gruppcentralen måste vara minst 50 m. Kabeln som används är MCMK 3x2,5 mm².

8 Resultat

Åtta stycken 270 W solpaneler räcker till för energiförbrukningen på sommarstugan. Aurinkosahko.net har fyra stycken 270 W solpaneler för 800 € plus 30 € frakt, vilket skulle ge ett totalpris på 1630 €. Priset för ställningar till solpanelerna är 300 € styck, vilket blir totalt 2400 € för åtta stycken.

Aurinkosahko.net har AGM-batterier med en lagringskapacitet på 220 Ah för ca 400 €. Det skulle behövas sju stycken sådana batterier för att kunna lagra el för två dagars bruk. Det blir att kosta 2800 €, vilket blir billigare än vad Rolls batteriet som SW energia hade som skulle bli 3700 €. Två Rolls batterier skulle endast ge en lagringskapacitet på 1000 Ah mot 1540 Ah vilket sju AGM-batterier skulle ge.

MPPT laddningskontrollenheter från Saarisotekniikka kostar mellan 250 och 400 € styck. Det behövs en per panel. Priset för dessa blir mellan 2000 € och 3200 €. Till sist behövs det ännu en inverter. En inverter av HQ med en effekt på 600 W för att konvertera 12 V likspänning till 230 V växelspanning kostar ca 100 €.

Kabeln som används från solpanelerna till invertern är 6 mm² SV1 -F solströmskabel. Det behövs ca 25 m av den. Priset på SV1-F är 112 € / 100 m. Vidare från invertern till batteriet går det 2,5 mm² MMJ installationskabel. Det behövs ett par meter MMJ installationskabel med dimensionen 3x2,5 mm² som kostar 140 € / 100 m.

Tabell 3. Pristabell över installation av solpanel med tillbehör.

	Antal	Pris (€)
Solpanel	8	1600
Ställning	8	2400
Batteri	7	2800
Laddningskontrollenhet	8	2600
Inverter	1	100
Kabel (PV1-F)	25 m	27,5
Kabel (MMJ)	2 m	2,8
		9530,3

Priset för att installera solenergi blir lite på 9500 € plus installationskostnader. Om man skall installera solpaneler så vill man veta hur länge det tar innan solpanelerna har betalat

igen sig. Vanligen så är det lönsamt om de betalar igen sig inom 15 år. Elen som nu köps per år blir att kosta 166 € och grundavgiften 251 €. Det blir ett total pris på 417 € / år. Man måste nuförtiden också betala grundavgift och överföringsavgift fast man producerar el själv. Grundavgiftspriset kan variera lite enligt hurudant kontrakt man har med elbolaget. Utan grundavgift skulle det ta mellan 22 och 23 år för solpanelerna att betala igen sig, men med grundavgift så blir det hela 57 år. Det betyder att de har längre återbetalningstid än vad man skulle önska sig. Det är olönsamt att använda solenergi som primärenergikälla för sommarstugan. Skulle man köra över extra elen som man inte behöver till elnätet utan att lagra energi i batterier skulle det bli betydligt billigare om man tittar på installationskostnader. Batterierna och laddningskontrollenheterna kostar tillsammans 5400 €. Invertern skulle måsta bytas ut till en bättre nätinverter som har högre effekt. Den skulle kosta några hundra euro mera än vad invertern jag har i min priskalkyl. Man sparar in ca 4500 € i installationskostnader, men mulna dagar och på kvällen finns det inga reserver att ta till och elen måste därmed köpas. Det fungerar bättre med att köra över extra el till elnätet i bostadshus där man använder solenergi som andrahands energikälla. I det här fallet vill vi gärna ha lagringsmöjligheter för mulna dagar.

Tabell 4. Pristabell över installationen i trädgården och i bastun

	Antal	Pris (€)
Utelampor	7	560
Rörelsedetektor	1	15
Elbastuugn	1	300
Gruppcentral	1	270
Säkringar	6	3,8
MCMK (3x2,5 mm ²)	55 m	96,25
Flamrex (5x1,5 mm ²)	5 m	9,5
MMJ (3x2,5 mm ²)	15 m	21
Fjärrstyrning	1	359
Dubbelbrytare	1	8
Eluttag	1	6
Lampa	1	25
Lampa IP 44	2	60
		1733,55

I tabellen är priset för den övriga elmaterielen. Här finns utelamporna, den nya gruppcentralen och bastuinstallationerna. Priset blir uppskattningsvis 1733 € för det här.

Det skulle inte bli extra arbetskostnader eftersom man gör arbetet själv. Totala priset för allt tillsammans blir 11264 €. Resultatet av beräkningarna visar att det fortfarande är olönsamt att med dagens teknologi och priser att använda solenergi som primärkälla i en stuga som används endast sommartid.

9 Diskussion

Arbetet har varit utmanande, men samtidigt lärorikt. Jag har fått pröva mig själv i kunskaper jag har och utveckla dem. Jag har inte tidigare erfarenhet av planering förutom lite som man har gjort på kurser i skolan. Planeringen är jag ganska nöjd med. Har fått med det som jag önskat och priset ungefär vad som jag väntat. Hade problem med tiden att få arbetet gjort. Det tog längre tid än vad jag väntat, mycket pga. att under sommaren kämpade jag mest på egen hand med arbete utan hjälp och därmed led motivationen också när jag inte hade tidigare kunskap hur jag skulle gå till väga. Började få vägledning från skolan på hösten varefter arbetande började gå bättre.

Jag har blivit och fundera på om det här är min bransch och känner att det här arbetet har visat att jag kan göra det här bara jag vill. Jag utesluter inte att prova på någon annan bransch för att jämföra vad jag tycker bättre om.

Källförteckning

- ABB. (2000). *Sähköjohtojen mitoittaminen*. Hämtat från http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/19_1_S%84hk%94johtojen%20mitoitminen.pdf den 8 October 2017
- Adato. (2011). *Sähkölaitteiden keskimääräinen sähkönkulutus*. Hämtat från <https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/sahkolaitteiden-energiankulutus/> den 6 May 2017
- Arons, S. (2015). *Så styr du prylarna i hemmet - med mobilen*. Hämtat från <https://m3.idg.se/2.1022/1.513108/sa-styr-du-prylarna-i-hemmet---med-mobilen> den 29 July 2017
- ATY. (u.d.). *Aurinko Opas – 04 Aktiivinen aurinkoenergia, aurinkokeräimet*. Hämtat från http://www.aurinkoteknillinenyhdistys.fi/?page_id=168 den 4 August 2017
- Aurinkopaneelikauppa.fi. (u.d.). *Aurinkovoimala 3000 (kolmivaiheinen+Wifi)*. Hämtat från https://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/16030 den 4 October 2017
- Aurinkosahko.net. (u.d.). *4x270W monikidepaneeli*. Hämtat från <http://www.aurinkosahko.net/product/167/4--270w-monikidepaneeli> den 4 August 2017
- Aurinkosahko.net. (u.d.). *EUROGLOBE AGM AKKU 12V*. Hämtat från <http://www.aurinkosahko.net/product/78/euroglobe-agm-akku-12v> den 2 October 2017
- Aurinkosahko.net. (u.d.). *maa asennusteline 100-270W*. Hämtat från <http://www.aurinkosahko.net/product/161/maa-asennusteline-100-270w> den 4 August 2017
- Aurinkovirta. (2013). *Verkkoinvertteri*. Hämtat från <http://aurinkovirta.fi/aurinkosahko/aurinkosahkovoimala/verkkoinvertteri/> den 3 October 2017
- Bauhaus. (2017). *ILMALÄMPÖPUMPPU TUO SUURIA SÄÄSTÖJÄ LÄMMITYS- JA ENERGIAKUSTANNUKSISSA*. Hämtat från <https://www.bauhaus.fi/ilmalampopumppu-tuo-suuria-saastoja-lammitys-ja-energiakustannuksissa.html> den 19 July 2017
- Bauhaus. (u.d.). *PYLVÄSPISTORASIA EGLO ULKOKÄYTTÖÖN TERÄS IP44*. Hämtat från <https://www.bauhaus.fi/pylvaspistorasia-ulkokayttoon-musta-ip44.html> den 9 October 2017
- Bauhaus. (u.d.). *PYLVÄSVALAISIN AIRAM PARK HARMAA*. Hämtat från <https://www.bauhaus.fi/pylvasvalaisin-park-harmaa.html> den 7 October 2017
- Bushong, S. (2016). *Advantages and disadvantages of a solar tracker system*. Hämtat från <https://www.solarpowerworldonline.com/2016/05/advantages-disadvantages-solar-tracker-system/> den 28 September 2017

- Enerdrive. (2017). *MPPT vs PWM Solar Controllers*. Hämtat från <http://www.enerdrive.com.au/mppt-vs-pwm-solar-controllers/> den 3 July 2017
- Energi från solen*. (2014). Hämtat från Solportalen: <http://www.solportalen.fi/styled-3/styled-5/index.html>
- Ensto. (u.d.). *EHSV712.11*. Hämtat från <https://www.ensto.com/sv/produkter/Centraler/gruppcentraler/fardigkopplade-centraler/EHSV712.11> den 26 10 2017
- Finnwind. (2013). *Aurinkoenergiaopas*. Hämtat från <http://www.finnwind.fi/aurinko/Aurinkoenergiaopas-Finnwind.pdf> den 24 July 2017
- GeboCleantech. (u.d.). *Aurinkolämpö*. Hämtat från <http://callidus-oy-ab.fi/fi/lammitys/ratkaisut/aurinkolampo.html> den 1 September 2017
- Harvia. (u.d.). *Ohjauskeskus Huum Uku, Huum-kiukaille, kauko-ohjattava, 12 kW*. Hämtat från <https://www.netrauta.fi/sauna/kiukaat/sahkokiukaat/kiukaiden-ohjauskeskukset/ohjauskeskus-huum-uku-huum-kiukaille-kauko-ohjattava-12-kw> den 26 10 2017
- Hathaway, D. D. (2014). *The Solar Wind*. Hämtat från <https://solarscience.msfc.nasa.gov/SolarWind.shtml> den 10 May 2017
- Honsberg, C., & Bowden, S. (u.d.). *Fill factor*. Hämtat från <http://www.pveducation.org/pvcdrom/fill-factor-0> den 6 June 2017
- Honsberg, C., & Bowden, S. (u.d.). *Solar cell efficiency*. Hämtat från <http://www.pveducation.org/pvcdrom/solar-cell-efficiency> den 6 June 2017
- Hovsenius, G. (den 15 May 2017). *Analys.se*. Hämtat från Jordens värmeflöden: <http://www.analys.se/>
- Kauppasatama. (u.d.). *Invertteri 12 - 230 v 1000 w*. Hämtat från <https://www.kauppasatama.fi/tuote/HQ-INV1KW-12/Invertteri-12-230-v-1000-w> den 2 October 2017
- Kauppasatama. (u.d.). *Invertteri 12 - 230 v 600 w*. Hämtat från <https://www.kauppasatama.fi/tuote/HQ-INV600W-12/Invertteri-12-230-v-600-w> den 2 October 2017
- Momentumenergy. (u.d.). *DO PV SOLAR PANELS WORK IN CLOUDY WEATHER?* Hämtat från <http://www.momentumenergy.com.au/habitat/at-home/do-solar-panels-work-in-cloudy-weather/> den 6 June 2017
- Nilson, T. (2015). *Jordfelsbrytare*. Hämtat från <http://www.elsakerhetsverket.se/privatpersoner/saker-el-i-hemmet/jordfelsbrytare/> den 17 July 2017
- Nineplanets. (2015). *The Sun*. Hämtat från <http://nineplanets.org/sol.html> den 10 May 2017

- Physics.org. (u.d.). *How do solar cells work?* Hämtat från <http://www.physics.org/article-questions.asp?id=51> den 22 May 2017
- Rokkonen, T., & Lipponen, J. (u.d.). *Ilmalämpöpumput*. Hämtat från <https://www.hengitysliitto.fi/en/node/174> den 19 July 2017
- Saaristotekniikka.com. (u.d.). *MPPT hybriidilataussäädin 500W + 250W*. Hämtat från <http://verkkokauppa.saaristotekniikka.com/product/186/mppt-hybriidilataussaadin-500w--250w> den 2 October 2017
- SaimaaGardensServices. (2011). *Aurinkoenergia*. Hämtat från <http://www.saimaagardens.one1.fi/index.php?mid=44> den 29 August 2017
- SaunatecOY. (u.d.). *ASENNUS-JA KÄYTTÖOHJE*. Hämtat från <https://www.sahkonumerot.fi/8263574/doc/operatinginstructions/> den 5 October 2017
- SavoniaAmmattiikorkeakoulu. (2006). *AURINKOPANEELIEN TEHONTUOTTOMITTAUKSIA*. Hämtat från <http://suntekno.bonsait.fi/resources/public/tietopankki//paneelimittaukset.pdf> den 15 September 2017
- SunPowerCorporation. (2007). *SunPower Solar Inverter*. Hämtat från <https://us.sunpower.com/sites/sunpower/files/media-library/manuals/mn-sunpower-solar-inverter-manual.pdf> den 8 July 2017
- SWenergia. (u.d.). *Aurinkopaneelijärjestelmän AGM akut*. Hämtat från <http://www.swenergia.fi/mokkilaiset/energia-aurinkojarjestelmat/aurinkopaneelijarjestelman-akut.html> den 29 September 2017
- SWenergia. (u.d.). *SW NSAP 240 AGM-akku 303 Ah*. Hämtat från <http://www.swenergia.fi/mokkilaiset/energia-aurinkojarjestelmat/aurinkopaneelijarjestelman-akut/sw-nsap-240-agm-akku-303-ah.html> den 29 September 2017
- Vattenfall. (u.d.). *Ilmalämpöpumppu ABC*. Hämtat från <https://www.vattenfall.fi/alykoti/ilmalampopumppu/ilmalampopumppu-abc/> den 23 July 2017
- Vattenfall. (u.d.). *Solenergi*. Hämtat från <https://www.vattenfall.se/for-hemmet/lev-energismart/solenergi/> den 6 May 2017
- Wikipedia. (2017). *Grid-tie inverter*. Hämtat från https://en.wikipedia.org/wiki/Grid-tie_inverter den 9 July 2017
- Wikipedia. (2017). *Solar Inverter*. Hämtat från https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_inverter den 8 July 2017
- Wikipedia. (2017). *Solar micro inverter*. Hämtat från https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_micro_inverter den 8 July 2017
- Wikipedia. (den 8 July 2017). *Solen*. Hämtat från <https://sv.wikipedia.org/wiki/Solen>

Woodford, C. (2017). *Solar cells*. Hämtat från <http://www.explainthatstuff.com/solarcells.html> den 22 May 2017

Zipp, K. (2017). *What is the best type of battery for solar storage?* Hämtat från <https://www.solarpowerworldonline.com/2015/08/what-is-the-best-type-of-battery-for-solar-storage/> den 2 July 2017

Bilaga 1 - Egenskaper hos en 5 - tråders MCMK kabel

Voimakaapelit 1 kV

MCMK 5-johtiminen

OMINAISUUDET

TUOTTEEN NIMI		MCMK 4x1,5/1,5 1 kV	MCMK 4x2,5/2,5 1 kV	MCMK 4x6/6 1 kV	MCMK 4x10/10 RM 1 kV	MCMK 4x16/16 RM 1 kV	
Sähkönumero ja kela		K8/1000 0602172	K9/1000 0602143	K8/500 0602145	K11/500 0602146	K11/500 0602147	
Sähkönumero ja pienkelapakkauus		PK150 0602131	PK150 0602144	K6M/200 0602142	K7/200 0602100		
Sähkönumero ja rengaspakkauus		R100 0602192	R100 0602193				
RAKENNETIETOJA (1)							
Kaapelin ulkohalkaisija	mm	13	14	19	22	25	
Massa	kg/km	220	290	550	840	1200	
MEKAANISIA ARVOJA (2)							
Pienin taivutussäde asennusvedossa	m	0,16	0,17	0,23	0,26	0,30	
Pienin taivutussäde lopullisessa asennuksessa (3)	m	0,11	0,12	0,16	0,18	0,21	
Suurin sallittu asennusvetovoima veto sisäjohtimista	kN	0,30	0,50	1,2	2,0	3,2	
SÄHKÖISIÄ ARVOJA (2)							
Vaihe- ja nollijohtimen maks. tasavirtaresistanssi	johdin 20 °C	Ω/km	12,1	7,41	3,08	1,83	1,15
Vaihejohtimen vaihtovirtaresistanssi (1)	johdin 70 °C	Ω/km	14,5	8,87	3,69	2,19	1,38
PE-johtimen maks. tasavirtaresistanssi	johdin 20 °C	Ω/km	12,1	7,41	3,08	1,83	1,15
Induktanssi vaihetta kohti (1)		mH/km	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26
Käyttökapasitanssi (1)		µF/km	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40
KUORMITETTAVUUS (2)							
Maassa	johdin 70 °C	A	26	35	57	77	100
Ilmassa (6)	johdin 70 °C	A	14	19	31	63	85
TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS (2)							
Suurin sallittu 1 sekunnin oikosulkuvirta	vaihejohdin (4) PE-johdin (5)	kA	0,18 0,24	0,30 0,42	0,70 1,0	1,1 1,7	1,8 2,6

(1) Likiarvo

(2) Katso taulukkoarvojen lähtöolettamukset kappaleesta Yleistä tuotetietoa.

(3) Taivutus on tehtävä varovaisena ja tasaisena kertataivutuksena.

(4) Johtimen lämpötila on ennen oikosulkua 70 °C ja oikosulun päättyessä 160 °C.

(5) PE-johtimen lämpötila on ennen oikosulkua 65 °C ja oikosulun päättyessä enintään 250 °C.

(6) 1,5 - 6 mm² kuormitettavuusarvo sallii pinta-asennuksen, putkiasennuksen ja lyhyet läpiviennit (katso SFS-käsikirja 600-1).