

Energikällor i Finland idag och i framtiden

Nico Linden

Examensarbete
Energi- och miljöteknik
2021

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	7633
Författare:	Nico Linden
Arbetets namn:	Energikällor i Finland idag och i framtiden
Handledare (Arcada):	Mariann Holmberg
Experthandledare	Harri Anukka
Uppdragsgivare:	Arcada, Avd för energi- och miljöteknik
<p>Sammandrag:</p> <p>I detta arbete har det gjorts en översikt av olika energikällor och deras andel och betydelse för energiproduktionen i Finland. I arbetet har man dock lagt fokus på solenergi och dess produktion. Arbetet behandlar även olika anläggningar som man kan ta solenergin tillvara med och beskriver funktionsprincipen för dem. Även hur framtiden kan se ut för de olika energikällorna beskrivs i arbetet. Bakgrunden och funktionsprincipen för de olika energikällorna beskrivs och hur dessa energikällor i de finländska kraftverken tas till vara och omvandlas till användbar energi för samhället, näringslivet och konsumenterna. I Finland används det fortfarande en hel del fossila bränslen och målet är att man i Finland gradvis skall kunna ersätta fossila bränslen med förnybara alternativ för att reducera skadliga utsläpp som bidrar på klimatförändringen. Arbetet är litteraturbaserat och baserar sig på källor från engelska, finska och svenska källor på nätet.</p>	
Nyckelord:	Energikällor, solenergi, framtid, Finland
Sidantal:	52
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme: Energi- och miljöteknik	
Identification number: 7633	
Author: Nico Linden	
Title: Energikällor i Finland idag och i framtiden	
Supervisor (Arcada): Mariann Holmberg	
Experthandledare Harri Anukka	
Commissioned by: Arcada, Avd för energi- och miljöteknik	
<p>Abstract:</p> <p>In this thesis, an overview has been made of different energy sources and their share and significance for energy production in Finland. In the thesis, the focus has been on solar energy and its production. The thesis also deals with different forms that you can use solar energy with and describes the operating principle for them. The thesis also describes what the future may look like for the various energy sources. The background and operating principle of the various energy sources are described and how these energy sources in Finnish power plants are utilized and converted into usable energy for society, business and consumers. In Finland, a lot of fossil fuels are still being used and the goal is to be able to gradually replace fossil fuels with renewable alternatives in Finland in order to reduce harmful emissions that contribute to climate change. The work is literature-based and is based on sources from english, finnish and swedish sources online.</p>	
Keywords: Energy sources, solar energy, future, Finland	
Number of pages: 52	
Language: Svenska	
Date of acceptance:	

INNEHÅLL

1	Inledning.....	8
2	Icke förnybara energikällor	9
2.1	Kärnkraft	10
2.2	Naturgas	12
2.3	Kol.....	13
2.4	Olja	15
2.5	Torv	16
3	Förnybara energikällor	17
3.1	Vattenkraft	17
3.2	Bioenergi	18
3.3	Vindkraft	20
3.4	Avfall.....	22
3.5	Solenergi	23
4	Solenergi som energikälla.....	24
4.1	Aktiv och passiv solenergi	25
4.2	Fördelar med solenergi	25
4.3	Nackdelar med solenergi.....	26
4.4	Historia om solenergi.....	26
4.5	Solfångare	27
4.5.1	<i>Poolsofångare.....</i>	<i>27</i>
4.5.2	<i>Plana solfångare.....</i>	<i>28</i>
4.5.3	<i>Vakuumsolfångare</i>	<i>29</i>
4.5.4	<i>Koncentrerande solfångare</i>	<i>30</i>
4.6	Solceller	31
4.6.1	<i>Monokristallina solceller</i>	<i>33</i>
4.6.2	<i>Polykristallina solceller</i>	<i>33</i>
4.6.3	<i>Tunnfilmssolceller.....</i>	<i>34</i>
4.6.4	<i>Nanosolceller.....</i>	<i>35</i>
4.7	Solcellsparkar	35
4.8	Solar pond	36
4.9	Solenergi i Finland.....	37
4.9.1	<i>Solstrålningen i Finland</i>	<i>38</i>
4.10	Framtiden för solenergi	39
5	Slutsats	42

Figurer

Figur 1. Elproduktion per energikälla 2020. /2/	9
Figur 2. Hur ett kärnkraftverk fungerar. /5/	11
Figur 3. Lovisa kärnkraftverk. /6/	12
Figur 4. Hur olja och naturgas bildas. /10/	12
Figur 5. Hur kol bildas. /10/	13
Figur 6. Kolkraftverkets funktion. /17/	14
Figur 7. Vattenkraftverk funktion. /30/	18
Figur 8. Olika typer av Vindturbiner. /45/	21
Figur 9. Vortex Vindturbin. /46/	21
Figur 10. Avfallskraftverk funktion. /50/	23
Figur 11. Poolsofångare /63/	28
Figur 12. Plan solfångare /65/	29
Figur 13. Vakuumrörsolfångare /66/	30
Figur 14. Solar power tower /68/	31
Figur 15. Hur en solpanel är uppbyggd /70/	32
Figur 16. Monokristallin solpanel /72/	33
Figur 17. Polykristallin solpanel /72/	34
Figur 18. Tunnsolpanel /73/	35
Figur 19. Atria solcellspark /80/	36
Figur 20. Bild på en solar pond /81/	37
Figur 21. Årlig strålningsmängd i Finland /85/	39
Figur 22. Flytande solkraftverk /88/	40
Figur 23. Byggnadsintegrerade solceller /88/	41
Figur 24. Solar skins /88/	41
Figur 25. Exempel på solar fabric /89/	42

Förkortningar

MW = megawatt

MWh = megawattimme

MWp = megawatt peak

TW = terawatt

TWh = terawattimme

GW = gigawatt

GWh = gigawattimme

kWh = kilowattimme

FÖRORD

Jag valde att skriva om detta ämne från mitt intresse av solenergi, men också om andra energikällor och hur de påverkar miljön.

Jag vill rikta ett stort tack till Mariann Holmberg och Kim Rancken från Yrkehögskolan Arcada för all hjälp och vägledning jag har fått.

Stor tack går också till min familj och vänner. Mina föräldrar och syster har stöttat mig och hjälpt mig under arbetet.

Lovisa, 10.5.2021

Nico Linden

1 INLEDNING

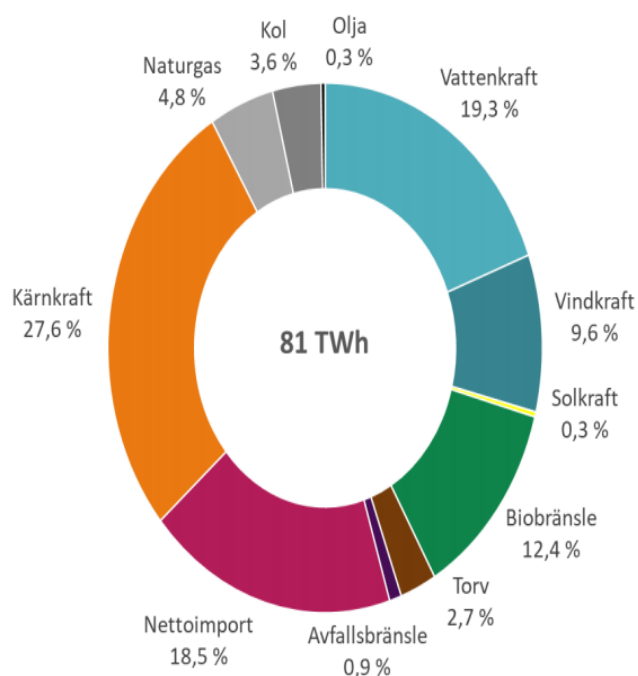
Detta examensarbete är en översikt av olika energikällor och energiproduktionen i Finland med fokus på solenergi. I detta arbete behandlas olika former om hur man kan ta tillvara på solenergin och hur framtiden ser ut för de olika energikällorna. I arbetet beskrivs också hur energikällorna bildas och hur de används i kraftverk.

I Finland används det fortfarande en hel del fossila bränslen och målet är att Finland gradvis kommer att ersätta fossila bränslen med förnybara alternativ för att minska på klimatförändringen. Detta examensarbete är ett litteraturarbete där materialet kommer från engelska, finska och svenska källor.

2 ICKE FÖRNYBARA ENERGIKÄLLOR

Icke förnybara energikällor finns i begränsade mängder på jorden och efter att de tar slut, kommer det att krävas väldigt lång tid för vissa icke förnybara energikällor att förnyas medan vissa inte förnyas alls. Kärnkraft, olja, naturgas och kol hör till icke förnybara energikällor. /1/ Figur 1 visar elproduktionen per energikälla i Finland år 2020.

Elproduktion per energikälla och nettoimport 2020:



Finsk Energiindustri

7

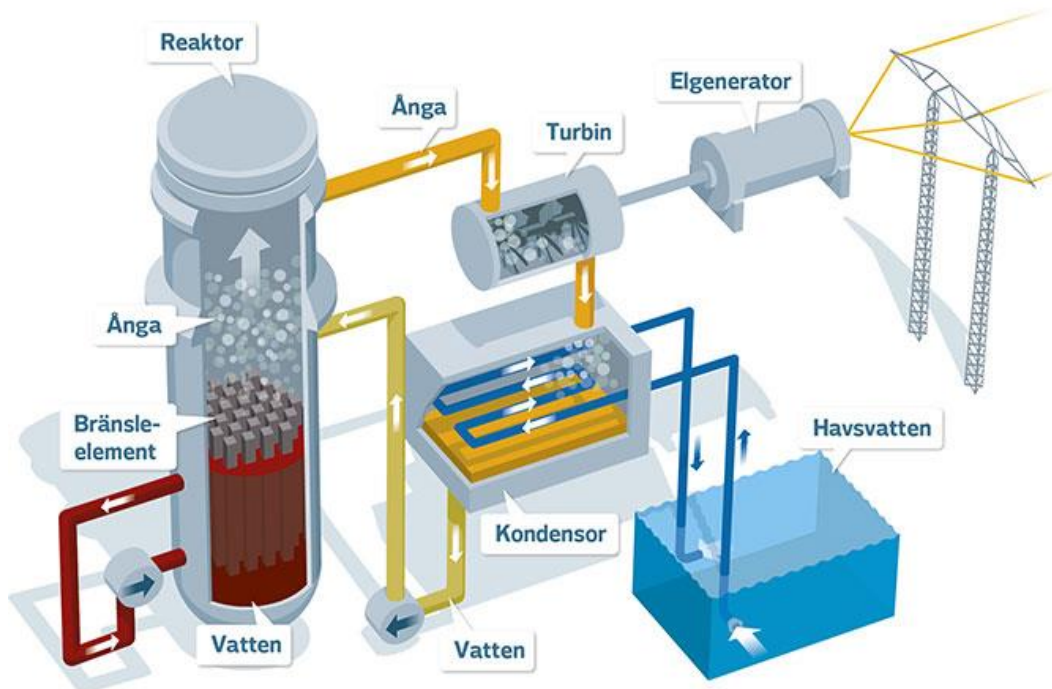
17.2.2021

Figur 1. Elproduktion per energikälla 2020. /2/

2.1 Kärnkraft

Atomer är väldigt små partiklar som är byggstenarna till alla objekt som finns i universum. Det är från dessa partiklar som kärnenergi kommer ifrån. Energin från atomerna kan användas för att skapa elektricitet. Energin från atomerna kan frigöras på tre olika sätt, med nukleär fission, nukleär fusion och radioaktivt sönderfall. Vid nukleär fission klyvs större atomer till mindre atomer och energi frigörs. Nukleär fission används i kärnkraftverk för att producera elektricitet. Nukleär fusion sker då atomerna kolliderar in i varandra och bildar större atomer. Då denna kollision sker bildas energi. /3/ Radioaktivt sönderfall sker då en atomkärna antingen har för många protoner eller för många neutroner, vilket gör den ostabil. Den försöker då stabilisera sig igen genom att göra sig av med extra mängderna protoner eller neutroner. /4/

Ett kärnkraftverk fungerar genom att man klyver uranatomer som sedan värmer upp havsvatten. Vid uppvärmningen bildas det ånga i reaktorn. Ångan som bildas förs sedan vidare till en turbin via ångrör. Turbinen konverterar värmeenergin till rörelseenergi och sedan används det en generator för att omvandla rörelsenenergin till elektricitet. Den heta ångan i turbinen förs vidare till en kondensator som kyler ner ångan och omvandlar den till vatten för att sedan igen värmas upp i reaktorn, som framgår ur figur 2.

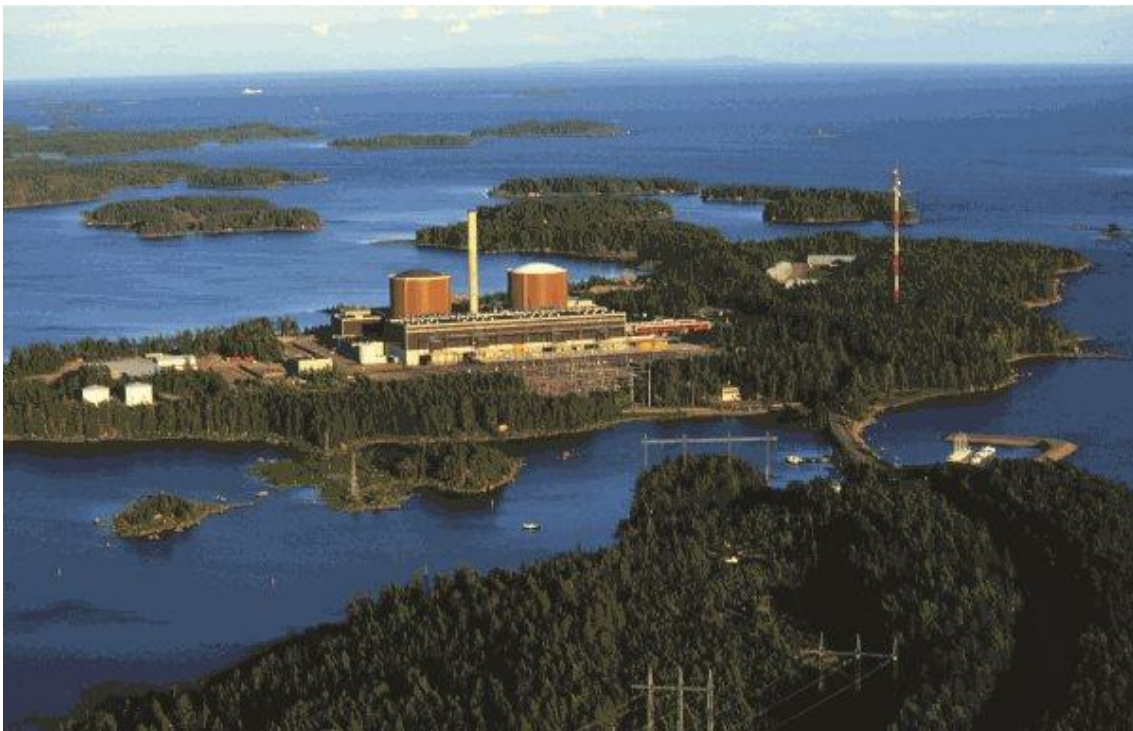


Figur 2. Hur ett kärnkraftverk fungerar. /5/

Utvecklingen inom kärnkraftverk går hela tiden framåt. Nya förbättrade reaktorer utvecklas och ersätter de gamla. Idag är andra generationens reaktorer fortfarande i användning, men håller på att ersättas med den tredje generationen. En stor förbättring mellan dessa två reaktorer är att livslängden på den tredje generationens reaktor har ökat från 40 år till 60 år. Fjärde generationens reaktorer utvecklas förtillfället och kommer att vara säkrare och effektivare än den tredje generationen. /5/

Idag finns det två stycken kärnkraftverk i Finland, ett i Lovisa och ett i Olkiluoto. Båda kraftverken har två stycken reaktorer, och en tredje är under konstruktion i Olkiluoto som började fyllas med bränsle i Mars 2021 och förväntas börja med kommersiellt bruk i Mars 2022. Ytterligare en fjärde reaktor är planerad att börja byggas år 2021 i Hanhikivi. /6/

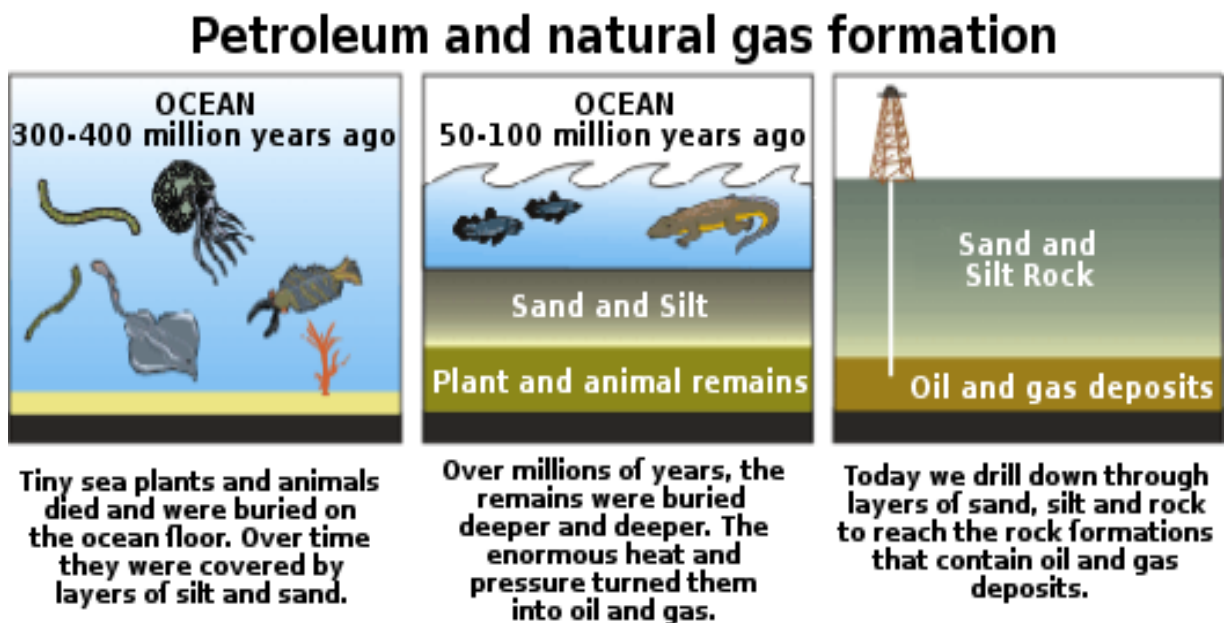
Det producerades totalt 7,8 TWh elektricitet år 2020 från Lovisas kärnkraftverk (figur 3), vilket stod för ungefär 10 % av den totala elproduktionen i Finland. /7/ År 2019 var elproduktionen i Olkiluoto 14 751 GWh, vilket motsvarar ungefär 17 % av Finlands totala elproduktion. /8/



Figur 3. Lovisa kärnkraftverk. /6/

2.2 Naturgas

Naturgas är ett fossilt bränsle som bildas djupt nere i jorden från rester av döda djur och växter. Då växter och djur dör, samlas de i lager på marken eller på havsbotten och blir under flera miljoner år täckta med sand och sten. Tryck och värme förändrar sedan materialet till naturgas. Naturgas innehåller till största delen metan, men också mindre mängder av koldioxid och vattenånga. /9/ Figur 4 visar hur olja och naturgas bildas.



Figur 4. Hur olja och naturgas bildas. /10/

Av de fossila bränslen som används, är naturgas den renaste med minsta mängden utsläpp av koldioxid. /11/ Naturgas utvinns genom att borra hål i jorden och gasen är giftfri och osynlig. Naturgas används vid produktionen av värme, el och som bränsle inom trafiken och industrin. /12/

Vid produktion av el och värme används naturgasen antingen i ett ångkraftverk eller i en gasturbin. I gasturbinen förbränns naturgasen i hög temperatur och under högt tryck, vilket gör att det bildas förbränningsgaser. Förbränningsgaserna används sedan för att

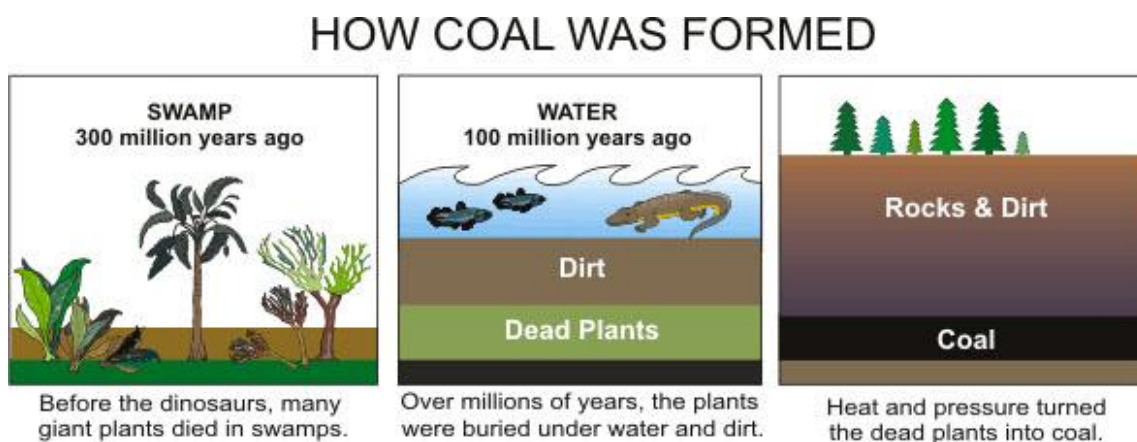
sätta igång turbinen och turbinen startar generatoren som omvandlar energin till el. Efter användning kan förbränningsgaserna sparas i en värmepanna för att användas till att skapa värme. I ett ångkraftverk förbränns naturgasen för att värma upp vatten. Ångan som bildas används till att sätta igång turbinen. /13/

Naturgasen stod för 4,8 % av den totala elproduktion i Finland 2020. /2/ Mängden naturgas som används importeras från Ryssland eftersom det inte finns naturgas i Finland. Gasum Oy är ett nordiskt energibolag som ansvarar för importen och distributionen av naturgas i Finland. I dag finns naturgas på 40 olika orter runtom i Finland. /14/

2.3 Kol

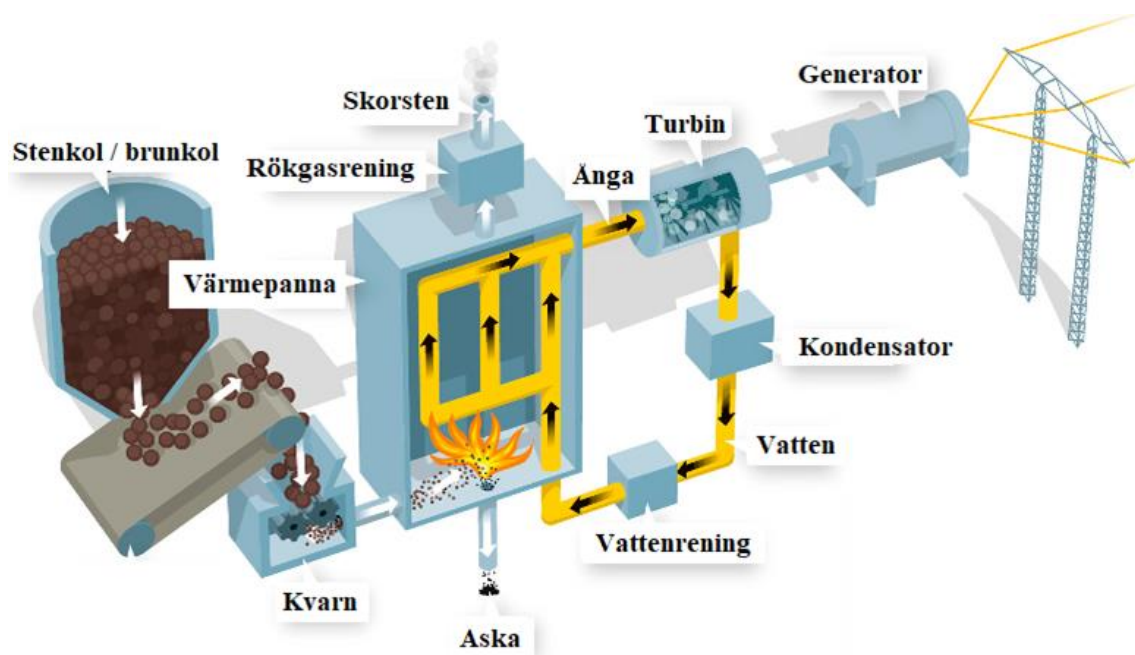
Den största mängden kol bildades för flera hundra miljoner år sedan från rester av träd och annan vegetation. Dessa rester hamnade på botten av träsk, där de pressades ihop och bildade lager på lager. Trycket och värmen som bildades omvandlade först resterna till torv. Torven begravdes sedan allt djupare och djupare med tiden, vilket gjorde att trycket och värmen steg och omvandlade sedan torven till kol. Denna process kallas för metamorfos, då värme och tryck omvandlar något till något annat. /15/

Det bildas olika sorter av kol, varav de två vanligaste är brunkol och stenkol. Stenkol är bland de äldsta lagren som bildas, medan brunkol bildas först av alla efter torv. Vid förbränning används mest stenkol eftersom brunkol har en högre vattenhalt, vilket inte ger lika mycket effekt. /16/ Figur 5 visar hur kol bildas.



Figur 5. Hur kol bildas. /10/

Kolkraftverk används vid förbrännigen av kol. Kolbitar läggs först i en kvarn där de krossas till pulver. Pulvret skickas vidare till en värmepanna där det förbränns. Inuti värmepannan går det vattenrör. Vattnet i rören hettas upp och bildar ånga. Ångan förs sedan vidare till en turbin via ångrör. Turbinen startar sedan en generator som omvandlar rörelseenergin till elektricitet. Ångan kyls sedan ner i en kondensator och övergår tillbaka till vatten. Vattnet skickas sedan tillbaka in i värmepannan för att värmas upp igen, som framgår ur figur 6. /17/



Figur 6. Kolkraftverkets funktion. /17/

Vid förbränningen av kol bildas det koldioxid, som ökar på växthuseffekten. Det bildas också andra skadliga ämnen som till exempel, svaveldioxid, kväveoxider och andra skadliga partiklar. /18/

Kolkraft stod för 3,6 % av Finlands elproduktion år 2020. /2/ Hälften av allt kol som importeras till Finland kommer från Ryssland. Resten kommer från bland annat Australien, Syd-Afrika, Kina, Colombia, Polen och USA. I Finland används kol mest inom metallindustrin och vid energiproduktion. De företag som använder mest kol i Finland är Pohjolan voima, Fortum och Helsingfors energi. /19/

På grund av skadliga ämnen och utsläpp av koldioxid, har Finland bestämt att sluta helt med förbränningen av kol senast år 2029. Finland har som mål att gradvis ersätta fossila bränslen med förnybara alternativ för att minska på klimatförändringen. /20/

2.4 Olja

Olja bildas på liknande sätt som naturgas. Efter att växter och annat organiskt material dog, sjönk de till botten av sjöar, träsk och hav. Under miljontals år begravdes detta material av sediment och annat liknande material. Detta ledde till att temperaturen och trycket ökade och efter en lång tid omformades det organiska materialet till olja, som till största delen består av kolvete.

Den största mängden olja finns i underjordiska reservoarer, som tidigare varit hav. För att utvinna oljan, används olika typer av borrhingsmaskiner. Olja utvinns antingen på land med oljeriggar eller ute på havet från olika oljeplattformar. Olja kan vara antingen svart, brunt, rött, gult och i vissa fall grönaktigt. Färgen på oljan är beroende på vilka kemiska kompositioner den har.

Olja används för flera olika produkter, bland annat som utgångsämne för bensen, för elproduktion, som dieselbränsle, värmebränsle, smörjmedel och i olika teknokemiska produkter som exempelvis nagellack, fotbollar, vattenrör, telefoner och skor. Oljan är också utgångsämne för många olika kemikalier och mediciner. /21/

Innan råolja kan användas måste den raffineras. Vid raffinering separerar man på de olika produkter som finns i oljan genom uppvärmning. Uppvärmningen görs i ett destillationstorn där produkterna från oljan separeras beroende på deras kokpunkt. Lättare kolväteföreningar omvandlas till gas och stiger uppåt till toppen av tornet, medan de tyngre föreningarna blir kvar nära botten och utvinns där. Det lättare föreningarna omvandlas till bensen och flygbränsle, medan de tyngre föreningarna används som diesel och eldningsolja. /22/

I Finland har användningen av olja minskat sedan 1970-talet. Olja i kraftverk och hushåll byts ut mot andra energikällor som stenkol, naturgas, men används ändå som reservbränsle och tillsammans med andra energikällor. Finland har ingen egen

olja produktion utan importerar oljan från andra länder, där största delen kommer från Ryssland. Den mängd olja som importerats till Finland omvandlas till bensin, diesel och flygplansbränsle. Ungefär en tredjedel av oljan används för uppvärmning. /23/

Det finns cirka 100 000 fastigheter i Finland som ännu använder olja vid uppvärmning. /24/ Av Finlands elproduktion år 2020, stod oljan för 0,3 %. /2/

2.5 Torv

Torv bildas då döda växter bryts ner och förmultnar i fuktiga miljöer. På grund av syrebrist kan växterna inte brytas ner helt och hållet, vilket gör att det bildas ett torvskikt. Större ytor som är täkta med torv och där torvdjupet är 30 cm eller högre kallas för torvmark. Torvmarker bildas från igenväxta sjöar eller försumpade markområden. /25/

Av Finlands totala elproduktion år 2020, kom 2,7 % från torv. /2/ Nästan en tredjedel vilket är ungefär 9,08 miljoner hektar av Finlands landyta består av myrmarker och 0,6 procent av denna yta används vid torvproduktion. De flesta naturliga myrmarker finns i norra Finland på grund av att vädret är svalare vilket gör att det tar lång tid för vattnet i myrarna att avdunsta. Torv används mest för att producera el och värme inom industrier och i tätorter, men den används också bland annat för jordförbättring, som djurströ, vid växtodlingar och för att bekämpa miljöskador. /26/

Det har länge varit diskussioner om att sluta använda torv på grund av torvens miljöpåverkan. Vissa länder, bland annat Irland har slutat helt med förbränningen av torv. I Finland används fortfarande torven i stora mängder och en orsak till detta är att den inte beskattas som ett fossilt bränsle. År 2017 kom 10,5 % av utsläppen av växthusgaser i Finland från torv. I framtiden är målet att ersätta torven med andra energikällor som t.ex. solenergi, vindkraft och luftvärmepumpar. /27/

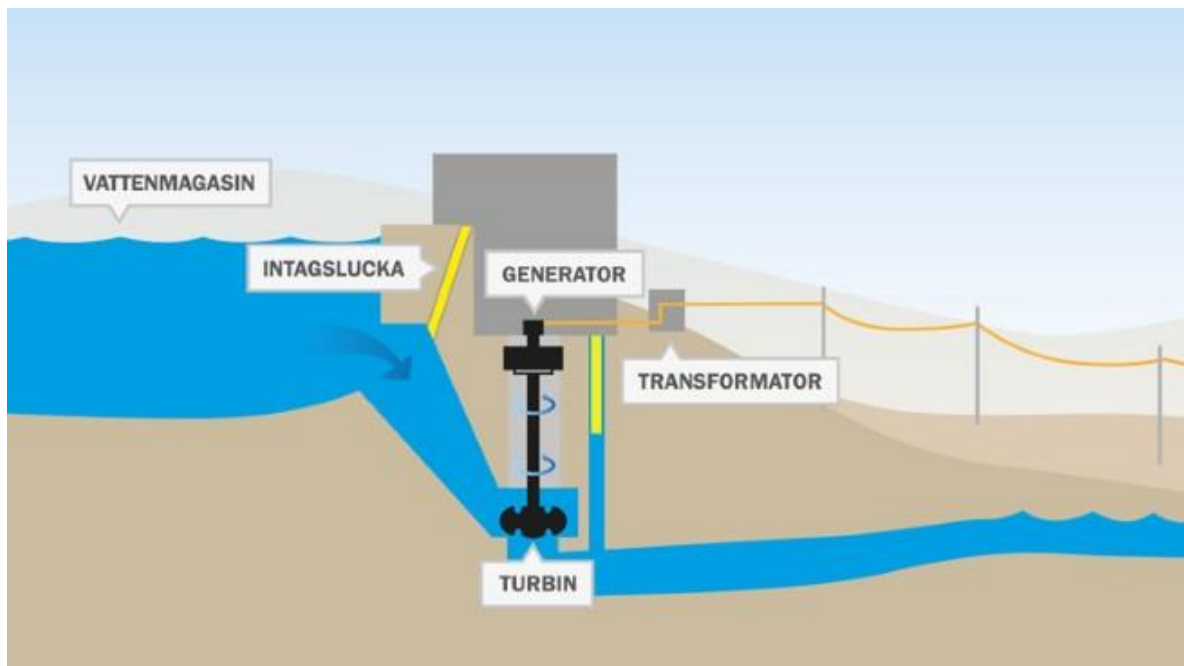
3 FÖRNYBARA ENERGIKÄLLOR

Förnybara energikällor är energikällor som hela tiden förnyas tack vare solen och finns därför i obegränsade mängder. Eneraikällor som räknas som förnybar energi är: vattenkraft, vindkraft, bioenergi och solenergi. /28/

3.1 Vattenkraft

Vattenkraft är en av de första energikällor som började användas för att skapa elektricitet. Vattnets kretslopp fungerar genom att solen värmer upp hav, floder och sjöar som får vattenytan att avdunsta. Vattenångan stiger uppåt och bildar moln som sedan faller ner i form av regn eller snö. Nederbörden samlas sedan i bäckar och floder, som rinner ut i hav och sjöar och processen börjar om från början. /29/

Vattenkraftverk använder sig av två olika nivåer som bildar en höjdskillnad för att få vattnet i rörelse. Oftast byggs det konstgjorda dammar, som också kallas för vattenmagasin nära kraftverket. För att kraftverket ska kunna producera el, tas vatten in genom en intagningslucka och strömmar sedan genom ett rör och träffar turbinen. Vattnet får turbinen att rotera och turbinen sätter igång en generator, vars uppgift är att omvandla vattnets energi till el (figur 7). Mängden el som kan produceras beror på hur stor höjdskillnaden är och mängden vatten som kan strömma genom turbinen. /30/



Figur 7. Vattenkraftverkets funktion. /30/

I Finland finns det cirka 250 stycken vattenkraftverk med en totaleffekt på 3190 MW. Under tidigare år har vattenkraftens energiproduktion varit mellan 10-15 procent, men har år 2019 stigit till 19 procent. Det producerades 13 137 GWh el med vattenkraft i Finland år 2018. /31/

3.2 Bioenergi

Bioenergi är förnybar energi som kommer från biomassa. Biomassa är t.ex. trä, odlingsväxter och bioavfall. Bioenergi är koldioxidneutralt, vilket betyder att den mängd koldioxid som bildas vid förbränningen tas upp av den nya biomassan som bildas. Detta gör så att mängden koldioxid som bildas vid förbränningen inte bidrar till växthuseffekten. Till bioenergikällor räknas, träbaserade bränslen, biogas, biomassa från åkrar och bioavfall. /32/ Bioenergi kan omvandlas och användas som fast bränsle, men också i gasform och som flytande bränsle. /33/

Biogas är en gasblandning som bildas vid nedbrytningen av organiskt material i icke syrekrävande miljöer. Nedbrytningen sker tack vare bakterier. Biogas består mest av

metan och koldioxid, men också av andra ämnen som vatten, kväve, syre, väte och ammoniak. /34/

I biogasanläggningar bildas biogasen på liknande sätt som i naturen. Bakterier bryter ner biomassan som gör att det bildas biogas. Biogasen stiger sedan uppåt och förs vidare för att rengöras. Vid rengöringen används vatten som binder till sig koldioxiden och andra orenheter, vilket gör att mängden metan stiger från ungefär 65 % till 98 %. En distributionsenhet leder sedan gasen vidare till bensinstationer eller gasbehållare. /35/

Träbränsle är en biprodukt som kommer från avverkning och skogsindustrin. Träbränslen som kommer från avverkning är bark, träflis, sågspån och träklabbar. Träbränslen som kommer från skogsindustrin är träpellets. /36/

Träflis är avverkningsrester från skogen som med hjälp av en flishuggare sönderdelas i mindre bitar. Detta görs för att det lättare ska börja brinna. Träflis bränns oftast i olika flisanläggningar. /37/

Träpellets är cylinderformade träbitar med en diameter på 5-12 mm. Träpellets tillverkas genom att man lägger träbitar in i en kvarn för att krossas. Sedan förs de vidare till en pelletmatris. Pelletmatrisen har många små hål där materialet pressas igenom och formas till pellets. Temperaturen under processen stiger till 160 grader, vilket gör att ligninet som finns i trä materialet mjuknar och binder samman träfibren. Träpellets kan användas för att värma upp småhus, större gårdar och fastigheter. /38/

Finland är bland de ledande länderna inom kombinerade el och värmeproduktioner i användningen av biobränslen. Däremot är användningen av biobränslen mycket mindre inom trafiken. /39/

År 2019 steg användningen av bioenergi till rekordnivå i Finland. I energimängd var bioenergi den mest ökande förnybara energiformen. Bioenergins andel av den totala energiförbrukningen steg till 31 procent. /40/

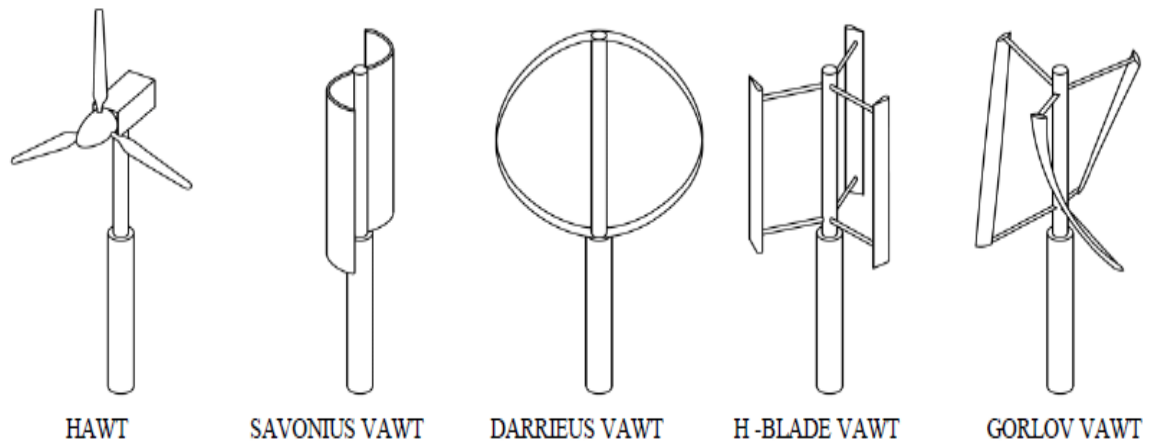
3.3 Vindkraft

Då solens strålar träffar jorden värms ytorna upp i olika takt. Luft över land värms upp snabbare än över vatten. Varm luft är lättare än kall luft, vilket gör att den varma luften stiger uppåt i atmosfären. Den kalla luften sjunker ner mot marken och ersätter den varma luften och på så sätt bildas vindar. Eftersom vinden rör på sig, bildas det kinetisk energi (rörelseenergi) som kan utvinnas med hjälp av vindkraftverk. /41/

Ett vindkraftverk fungerar genom att vinden blåser på rotorbladen och det bildas rörelseenergi. Denna energi förs sedan med hjälp av en axel och en växellåda till en generator som omvandlar energin till elektricitet. För att det skall kunna produceras el måste det blåsa minst fyra m/s. Man får den bästa effekten ur ett vindkraftverk då det blåser mellan 12-14 m/s. Om vindhastigheterna blir alltför höga, stängs maskinen av för säkerhetens skull. De flesta vindkraftverk idag klarar av vindhastigheter ända upp till 70 m/s. Ett vindkraftverk kan ta tillvara ungefär 50 % av den energi som produceras av vinden. /42/

Det finns två olika sorters vindturbiner. Den vanligaste kallas för horizontal-axis wind turbine. Turbinen består av tre blad, och liknar en flygplanspropeller. Den andra typen kallas för vertical-axis wind turbine och har böjda blad. /43/

En fördel och nackdel med dessa två vindturbiner är att vertical-axis wind turbines kan producera el i vilken vindriktning som helst, men endast ett blad roterar åt gången vilket gör att effektiviteten är låg. Horizontal-axis wind turbines måste hela tiden ha bladen direkt mot vinden för att kunna producera el, men alla tre blad roterar samtidigt vilket gör att effektiviteten är hög. /44/ Figur 8 visar hur olika vindturbiner kan se ut.



Figur 8. Olika typer av vindturbiner. /45/

En tredje typ av vindturbin håller på att utvecklas och kallas för Vortex bladeless wind turbine (figur 9). Denna typ av vindturbin är helt utan roterande blad och använder istället den kraft som kommer från naturliga virvelvindar för att skapa elektricitet. Vindturbinen liknar en kon och är gjord av kol- och glasfiber med motorn placerad längst ner. Hela övre delen av vindturbinen roterar och skapar med hjälp av motorn mekanisk energi. /46/



Figur 9. Vortex vindturbin. /46/

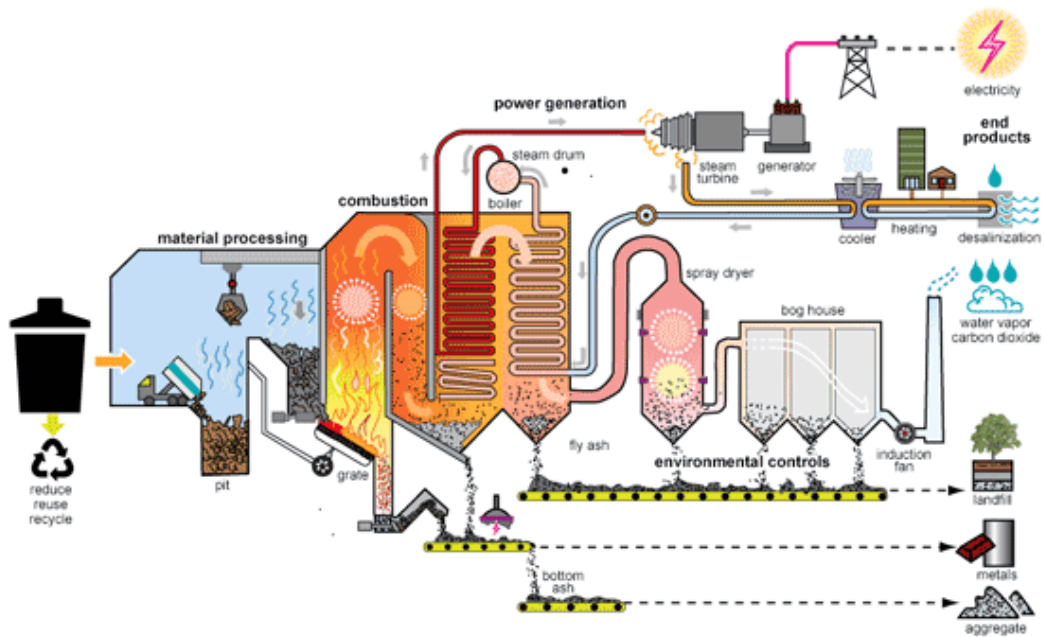
Vindkraften i Finland ökar varje år. År 2019 byggdes det 56 nya vindkraftverk och i slutet av 2019 fanns det totalt 754 vindkraftverk runtom i Finland med en totalkapacitet på 2284 MW. Finlands vindkraftverk producerade år 2019 5,9 TWh el, vilket omfattar cirka 7 % av Finlands elförbrukning. /47/ Elproduktionen steg till 9,6 % år 2020. /2/

3.4 Avfall

Finlands avfallshantering går ut på att följa en prioritetsordning. Den första prioriteten är att förhindra uppkomsten av avfall. Om man inte kan förhindra uppkomsten av avfall, skall avfallet förberedas för återanvändning. Om återanvändning inte är möjligt, skall avfallet i första hand återvinnas som material och i andra hand användas som energi. Avfall får endast föras till en soptipp ifall det inte är ekonomiskt eller tekniskt möjligt att återvinna det. /48/

I Finland finns det förtillfället tio stycken kraftverk som omvandlar avfall till energi. Det största av dessa är kraftverket i Vanda, som kan förbränna 360 000 ton sopor per år. Vanda energi håller på att utvidga sitt avfallskraftverk och har som mål att ta det i bruk på hösten 2022. Det nya utvidgade kraftverket kommer att kunna använda cirka 200 000 ton avfall som bränsle. /49/ Av den totala elproduktionen i Finland 2020, är cirka 1 % från avfall. /2/

Processen för att omvandla avfall till elektricitet i ett avfallskraftverk har sju steg. Först tömmer sopbilarna avfallet, som sedan faller ner och samlas i en grop. En klo som är monterad på en kran plockar sedan upp avfallet och för det vidare till en förbränningskammare. Värmen som bildas omvandlar vatten som finns i en panna till ånga. Ångan får sedan bladen i en turbingenerator att snurra och börja producera elektricitet. Ett reningssystem för luftföroreningar avlägsnar föroreningar som bildas vid förbränningen av avfallet. Aska som bildas i reningssystemet och i pannan samlas ihop för att användas till annat, som framgår ur figur 10. /50/



Figur 10. Avfallskraftverkets funktion. /50/

3.5 Solenergi

Solenergin hör också till de förnybara energikällorna och kommer att få en större betydelse i framtiden som energikälla, solenergin behandlas mera ingående i detta arbete i kapitel 4.

4 SOLENERGI SOM ENERGIKÄLLA

Solenergi använder energin från solens strålar för att kunna producera el och värme. Vid elproduktion använder man sig av solpaneler och vid värmeproduktion används solfångare. De flesta förnybara energikällor använder sig av solens energi på något sätt. /51/ Energimängden som kommer från solen är väldigt stor. Den mängden energi som människor använder på ett år, tar jorden emot från solen på två timmar. /52/

I Finland är strålningsmängden mellan 800-1000 kWh, vilket gör det väldigt bra för användningen av solenergi. I södra delen av Finland ligger solstrålningen årligen på cirka 1000 kWh/m², 900 kWh i mellersta Finland och 800 kWh i Sodankylä som ligger i norra delen av Finland. /53/ För tillfället är solenergiproduktionen i Finland väldigt låg. Endast 0,3 % av den totala elproduktionen kommer från solkraft. /2/

Solen är en stjärna som är placerad i mitten av vårt solsystem. Den bildades i ett stort gasmoln för cirka 4,5 miljarder år sedan och den förväntas att existera i ytterligare 6,5 miljarder år. Solen är det största objektet i vårt solsystem med en radie på 695 508 kilometer och dens massa, som mest består av väte och helium står för 99,8 procent av hela solsystemets massa. Solen har en temperatur på cirka 15 miljoner grader celsius i kärnan och en yttemperatur på 5500 grader. Avståndet mellan solen och jorden är 150 miljoner kilometer och det tar åtta minuter innan ljuset och värmen når jorden.

Energien som bildas i solen kommer från termonukleär fusion i kärnan. Detta är en process där väte atomer kombineras och bildar större helium atomer. /54/ När denna process sker bildas det omkring 5 miljoner ton energi varje sekund i form av gammastrålar. Solen har en kraft på ungefär 386 miljarder miljarder megawatt. /55/

Solens vindar uppstår i solens yttersta atmosfär som kallas för koronan. Solvindar uppstår på grund av väldigt höga temperaturer, vilket gör att partiklar inuti koronan rör sig med sådan hastighet att solens gravitation inte kan hålla kvar dem och de strömmar ut från solen. Solvindarna kan uppnå hastigheter mellan 300 och 800 km/s. Ibland kan det bildas solstormar, som är en kraftigare version av solvinden. Dessa stormar frigör en större mängd radioaktivt laddade partiklar jämfört med vanliga solvindar, och om stormarna är tillräckligt kraftiga kan de skada satelliter och andra elektroniska enheter på jorden. /56/

4.1 Aktiv och passiv solenergi

Aktiva solenergisystem fungerar genom att man använder en vätska, oftast vatten eller luft för att fånga upp solvärme. Vätskan förs sedan vidare till en behållare där den lagras innan den omvandlas till energi. Fördelen med att använda vätska är att den är en bra värme och energi ledare. Fördelen med luft är att den inte fryser till is. Aktiva solenergisystem (solpaneler) måste använda sig av olika externa enheter för att samla upp, lagra och omvandla solenergin till antingen värme eller elektricitet. /57/

Skillnaden på passiva solenergisystem är att de inte använder några externa enheter för att samla upp och lagra solvärme, utan använder istället material som gör detta. Exempel på dessa material är; lera, trä, sten, betong och jord. Något av dessa material används sedan vid byggande av passiva hus. Med tiden kommer materialet att frigöra den lagrade värmeenergin och sprida ut den i huset. Stora fönster placeras i söderläge för att bättre släppa in solstrålning i huset. /58/

4.2 Fördelar med solenergi

Solenergi har många fördelar. Den mest betydande fördelen är att solenergi är en förnybar energikälla. Förnybara energikällor är källor som förnyar sig ofta, och som kommer att finnas tillgängliga så länge det finns människor på jorden. En annan fördel är att solenergin går att ta tillvara på överallt i världen och den finns tillgänglig varje dag. Om man använder sig av solpaneler kommer solenergin att ta upp en del av energibehovet, vilket i sin tur kommer att minska på elkostnaderna. Hur mycket man kommer spara beror på solanläggningens storlek. Ifall solanläggningen genererar mer energi än vad som behövs och är ansluten till ett nätverk, är det möjligt att sälja tillbaka överloppselen till nätverket.

Solenergi kan användas för olika ändamål. Antingen för att generera elektricitet med hjälp av solceller, eller för att skapa värme med solfångare. Ifall solenergin inte är anslutet till ett nätverk, kan den ändå användas med så kallade off grid system.

Solcellerna håller oftast i 20 till 25 år och kräver väldigt lite underhåll. Det viktigaste är att panelerna hålls rena från smuts och andra saker som kan blockera mängden solstrålning.

Teknologin inom solkraften utvecklas hela tiden och nya förbättringar till solceller och solfångare kommer att öka i framtiden. /59/

4.3 Nackdelar med solenergi

Solanläggningar är väldigt väderberoende. Det går att utvinna solenergi under regniga och molniga dagar men anläggningens effekt kommer att försämrats. Under natten producerar solpanelerna ingen energi alls. Solpaneler tar upp mycket utrymme och större anläggningar kräver stora ytor för att kunna producera tillräckligt med energi.

Solpaneler är fortfarande väldigt dyra att tillverka och priset på solcellsanläggningar är höga.

Fastän solenergens påverkan på miljön är väldigt liten, bildas det ändå växthusgaser och föroreningar vid tillverkningen, installationen och transportereringen av solpaneler. /59/

4.4 Historia om solenergi

Solenergi är något som har varit i användning redan hundratals år innan Kristus föddes. I början användes solens energi för att skapa eld genom att låta solens strålar skina genom ett förstoringsglas. Under romerska tiden byggde man solrum, vilket var rum gjorda för att fånga upp solvärmen och värma rummet.

År 1839 upptäckte en fransman vid namnet Edmond Becquerel att det var möjligt att omvandla solstrålar till elektricitet då han gjorde experiment med en cell som var gjord av metallektroder i en ledande lösning. I början på 1900-talet skrev Albert Einstein en uppsats där han förklarade om den fotoelektriska effekten och hur ljus bär energi. Detta ökade på uppmärksamheten om solenergi och dess potential.

Den första fungerande solcellen skapades av Daryl Chapin, Calvin Fuller och Gerald Pearson år 1954. Denna solcell var gjord av samma material som används i dagens solceller, kisel.

Under senare delen av 1950-talet började solpaneler användas i rymdfarkoster. Den första satelliten som bestod av solpaneler var Vanguard satelliten år 1958. Några år senare hade NASA byggd en satellit som helt och hållet drivdes av solenergi från solpaneler. Det dröjde inte länge efter att solenergin började användas i rymden innan den började användas inom företag och olika hem. /60/

4.5 Solfångare

Solfångare används för att omvandla solenergi till värme. Inuti solfångare finns det en vattenbaserad vätska som värms upp av solen. Den varma vätskan transporterar sedan värmen vidare till ett värmesystem med hjälp av en värmeväxlare. Värmen används sedan till att värma upp hus, pooler och varmvatten. Solfångare fungerar bäst under sommaren då solen värmer som mest. /61/

4.5.1 Poololfångare

Poololfångare har som uppgift att värma upp pooler eller badtunnor. Poololfångare monteras antingen på taket eller på en ställning som placeras på marken. Sedan ansluts solfångarsystemet med hjälp av rör till poolens vattencirkulationssystem. Vattnet värms sedan upp då det cirkulerar genom poololfångarsystemet. /62/ Figur 11 visar ett exempel på en poololfångare.



Figur 11. Poolsolfångare. /63/

4.5.2 Plana solfångare

Plana solfångare är den vanligaste typen av solfångare och har varit i användning sedan 1980 talet. Plana solfångare installeras på tak och består av en svartmålad absorbatör som är placerad i en isolerad låda med en glasskiva ovanpå. Absorbatorns uppgift är att fånga upp solstrålar. På baksidan av absorbatorn svetsas man fast rör som innehåller antingen vatten eller glykol. Dessa vätskor fungerar som värmebärare. /64/ Figur 12 visar ett exempel på en plan solfångare.



Figur 12. Plan solfångare. /65/

4.5.3 Vakuumsolfångare

Vakuumsolfångare består av två stycken vakuumrör med vakuum mellan dem. Det yttre röret är genomskinligt och det inre röret fungerar som en absorber. Energin plockas ut från mitten av det inre röret, eftersom luften är som varmast där. Värmen kan sedan föras vidare på två olika sätt, antingen med U-rör eller med en Heat-Pipe.

U-rör är ett rör gjort av koppar som placeras inuti vakuumröret. Formen på röret liknar bokstaven U. En värmebärande glykolblandning cirkulerar inuti kopparröret och kyler ner luften i vakuumröret. Värmen förs sedan vidare till en värm tank.

Heat pipe är en kolva gjort av koppar som fylls med en vätska och placeras sedan ner i vakuumröret. Den övre delen av kolven sätts in i en värmväxlare. När vakuumröret värms upp förångas vätskan i kolven och stiger uppåt tills den når värmväxlaren. Värmväxlaren kyler sedan ner ångan som kondenseras och rinner ner till botten av kolven för att värmas upp igen. Det är därför viktigt att installera solfångare med en heat pipe i lutande läge. /64/ Figur 13 visar ett exempel på en vakuumsolfångare.



Figur 13. Vakuumrörsolfångare. /66/

4.5.4 Koncentrerande solfångare

Koncentrerande solfångare använder sig av speglar för att fokusera solstrålarna till en mottagare som sedan omvandlas till värme. Värmen som bildas kan sedan sparas i lagringssystem för att kunna användas till att skapa elektricitet eller industriell processvärme vid behov. En teknik som används mycket kallas för solar power tower (figur 14). Denna teknik fungerar genom att man använder sig av många speglar som reflekterar solstrålarna till en mottagare på toppen av ett högt torn. I mottagaren finns det vatten som värms upp vars energi tas tillvara som värme eller för att producera el med hjälp av en generator. /67/



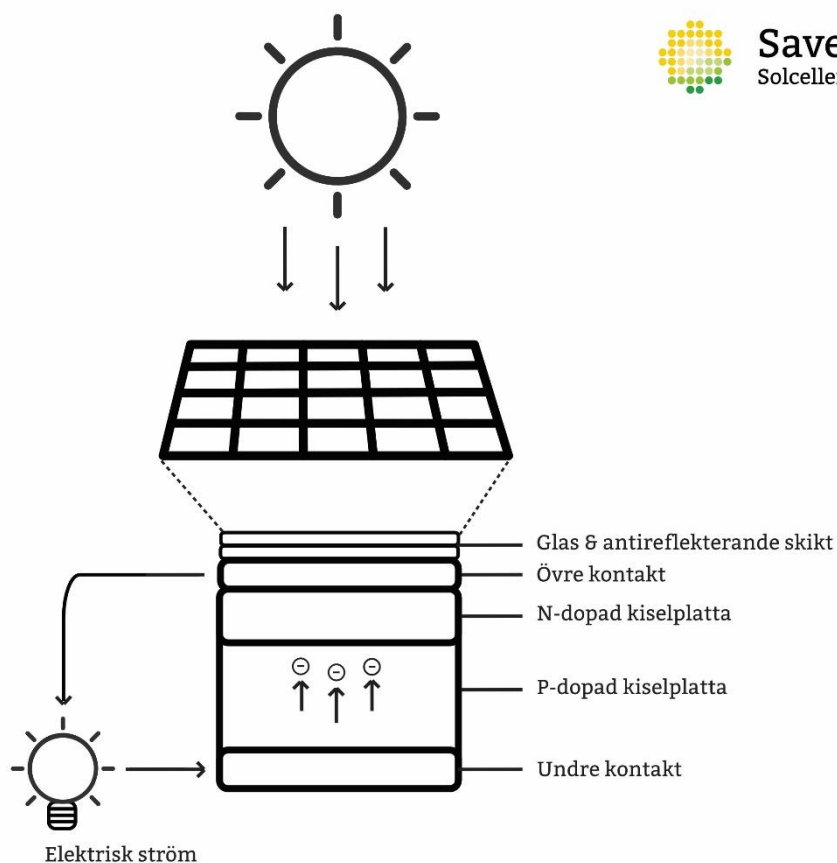
Figur 14. Solar power tower. /68/

4.6 Solceller

En solcell är en elektronisk apparat som fångar in solljus och omvandlar det till energi. Solcellerna fungerar på ett liknande sätt som cellerna i ett vanligt batteri, men istället för att tillverka elektricitet från kemikalier, tillverkar cellerna i en solcell sin elektricitet från solljuset. En solcell liknar en oktagon och är ungefär lika stor som en hand. Färgen på solcellen är oftast blå eller svart. Energin från en solcell är väldigt låg och därför kombinerar man ihop flera solceller med varandra för att öka på energimängden. Då flera solceller kombineras med varandra kallar man det för en solpanel.

De flesta solceller tillverkas av kisel. Kisel är ett halvledar material som i vanliga fall inte leder elektricitet, men det är möjligt att under vissa omständigheter få dem att göra det. Det undre lagret kallas för p-dopat lager och är dopat så att det har brist på elektroner och det övre lagret kallas för n-dopat lager och är dopat så att det har ett överflöde på elektroner. Då ett material är dopat, betyder det att man tillsätter kemiska ämnen i det så att elektricitet kan flöda igenom. /69/

En solcell består av en glasskiva som ligger överst, en antireflekerande hinna som minskar på reflektionen och två kontakter som är ihopkopplade och fångar upp energin som bildas. Mellan dessa två kontakter finns de n-dopade och p-dopade kisel lagren. Då man sedan lägger det n-dopade lagret utanpå det p-dopade lagret, bildas det en brygga med ett elektriskt fält där dessa två lager möter varandra. Det elektriska fältet gör det möjligt för elektronerna att flytta sig från det positivt laddade p-dopade lagret till det negativt laddade n-dopade lagret när solljusets fotoner träffar solcellen. Fotonerna frigör elektronerna från sina bindningar, och de elektroner som är närmast bryggan kommer då att skickas över till det andra skiktet med hjälp av det elektriska fältet. Kontakterna som är ihopkopplade, kan också förutom att samla upp energin som bildas, skicka tillbaka elektronerna från det n-dopade lagret till det p-dopade lagret, vilket gör att likström bildas och elektriciteten är jämt flödande. /70/ Figur 15 visar hur en solpanel är uppbyggd.



Figur 15. Hur en solpanel är uppbyggd. /70/

4.6.1 Monokristallina solceller

Monokristallina solceller är gjorda av ren kisel och är den äldsta och mest utvecklade typen av solceller som finns i dagens läge. Vid tillverkningen placerar man en kiselkristall i en tank fylld med smältande kisel. Kristallen lyfts sedan sakta upp ur tanken så att den hinner svalna och bilda ett hårt skal runt sig. Efter det skärs den upp i tunna skivor och formas sedan till en fyrkantig solcell. Färgen på monokristallina solceller är svarta. /71/ Figur 16 visar ett exempel på en monokristallin solpanel.



Figur 16. Monokristallin solpanel. /72/

4.6.2 Polykristallina solceller

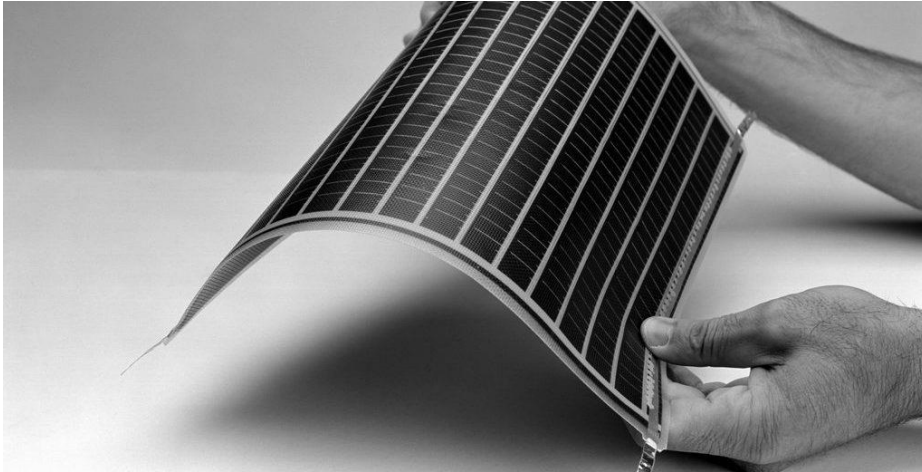
Polykristallina solceller är en liknande version av monokristallina solceller, men de tillverkas på ett annorlunda sätt. Vid tillverkningen läggs kristallen ner i en tank fylld med smältande kisel men istället för att sakta ta upp den ur tanken, låter man kristallen splittras och sedan kylas ner. Efter det skär man det splittrade kiset i tunna polykristallina skivor och formas sedan också till en fyrkantig solcell. Polykristallina solceller har en blå färg. /71/ Figur 17 visar ett exempel på en polykristallin solpanel.



Figur 17. Polykristallin solpanel. /72/

4.6.3 Tunnfilmssolceller

Tunnfilmssolceller är de nyaste och minst utvecklade typen av solceller. Dessa solceller kan tillverkas av annat material än bara kisel. Dom tillverkas genom att man lägger huvudmaterialet mellan tunna lager av ledande material. Sedan lägger man glas utanpå som fungerar som skydd. Tunnfilmssolceller är mycket tunnare än mono och polykristallina solceller och de kan också böjas, vilket gör att de kan placeras på platser där mono och polykristallina solceller inte kan. Färgen på dessa solceller kan vara antingen svarta eller blåa, beroende på materialet som används vid tillverkningen. /71/ Figur 18 visar ett exempel på en tunnfilmssolpanel.



Figur 18. Tunnfilmssolpanel. /73/

4.6.4 Nanosolceller

Nanosolceller, eller Grätzelsolceller, fungerar på liknande princip som fotosyntesen, sättet som växter omvandlar solljuset till energi. En nanosolcell består av nanopartiklar av titandioxid som sedan doppas i ett färgämne som absorberar ljus. Då solens strålar träffar färgen, börjar elektroner i färgämnet röra på sig och en elektrisk ström bildas mellan två elektroder i cellen. /74/

4.7 Solcellsparker

Solcellsparker är områden där man har anslutit en stor kollektion av solpaneler som samlar in solenergi och omvandlar den till elektricitet och skickar sedan elektriciteten vidare till ett kraftnät. Solcellsparker kan också kallas för solgårdar och solkraftverk. Det finns stora solcellsparker som består av hundratusentals solpaneler med en kraft på 180 MW som årligen kan leverera tillräckligt med solenergi för att driva tiotusentals hem. Mindre solcellsparker producerar omkring 5 MW och används mest inom lokalsamhällen. /75/

De tre största solkraftverken i Finland är Atrias solkraftverk, Lempäälä solkraftverk och Helsingfors universitets solcellsanläggning. /76/

Atrias solkraftverk (figur 19) installerades mellan 2017-2019 och består av 22 000 solpaneler. Tillsammans producerar dessa solpaneler omkring 5,9 MWp och har en årlig elproduktion på 5300 MWh. /77/

Solkraftverket i Lempäälä består av 13 000 solpaneler med en kraft på 4 MWp och en årlig produktion på omkring 3600 MWh, vilket motsvarar den årliga elproduktionen för 180 egnahemshus. /78/

Den tredje största anläggningen finns i Campus Vik i Helsingfors. 3600 solpaneler är installerade på 16 olika byggnaders tak och har en gemensam kraft på cirka 1,2 MWp. /79/

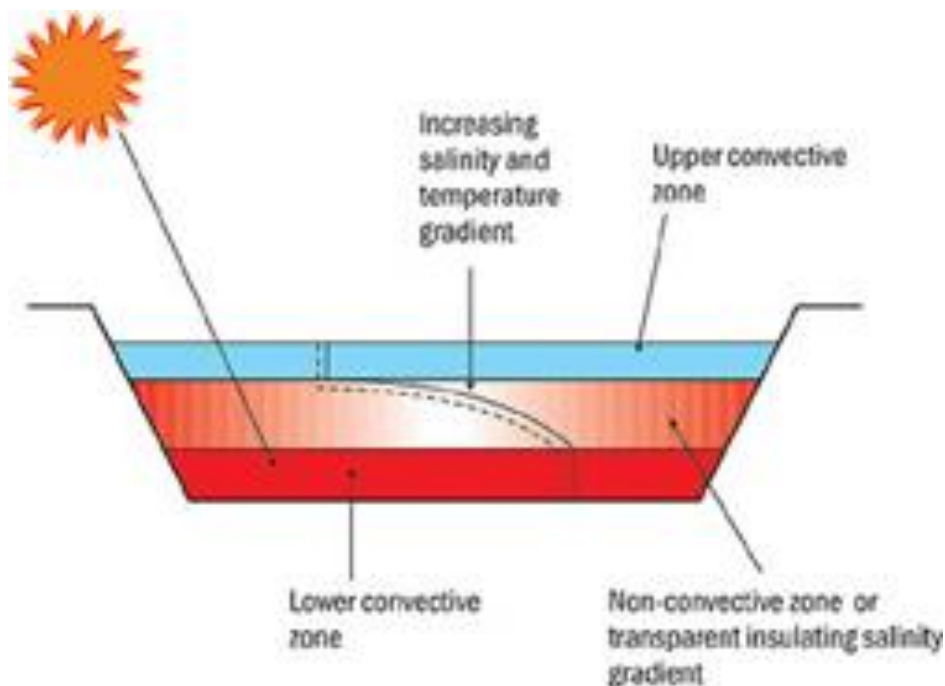


Figur 19. Atria solcellspark. /80/

4.8 Solar pond

Solar pond är en typ av solenergifångare som kan vara antingen naturlig eller konstgjord. Vattnet i en solar pond innehåller rikligt med salt, som samlar på sig solenergin. Saltet i vattnet sjunker till botten och blir mera kompakt. En solar pond består av tre olika lager, ett ytlager, mellanlager och ett bottenlager. Normalt när vatten

värms upp, stiger det varma vattnet till ytan på grund av att det tappas vikt. I en solar pond hindras detta från att ske tack vare saltkoncentrationen. I det mellersta lagret bildas en saltkoncentration som stoppar vattnet från ytlagret med mindre saltkoncentration från att sjunka neråt och stoppar också vattnet från bottenlagret som har en högre saltkoncentration från att stiga uppåt. Det mellersta lagret i en solar pond fungerar alltså som en isolerare som låter solljuset nå bottenlagret, där det sedan hålls kvar i saltet, vilket skapar termisk energi i form av varm saltlösning. /81/



Figur 20. Solar pond. /81/

4.9 Solenergi i Finland

I Finland har man forskat om och utvecklat solenergi sedan slutet av 1970-talet. Utvecklingen inom solenergin i Finland har sakta gått framåt jämfört med andra länder inom EU på grund av utmanande förhållanden, fördomar och låga understöd. Man har trots detta använt off-grid system till sommarstugor och andra tekniska byggnader under en lång tid. Off-grid system är solcellssystem som inte är anslutna till ett nätverk. Solenergens andel av Finlands totala elproduktion är ungefär 0,3 %.

Under de senaste åren har solenergianvändningen dock ökat markant i Finland. Mellan år 2015 och 2016 ökade solcellskapaciteten till det anslutna nätverket (on-grid system) tredubbelt och ökningen har ständigt varit stigande sedan dess. År 2019 var solenergi effekten 198 MW jämfört med 2016 då effekten var 27 MW. /82/

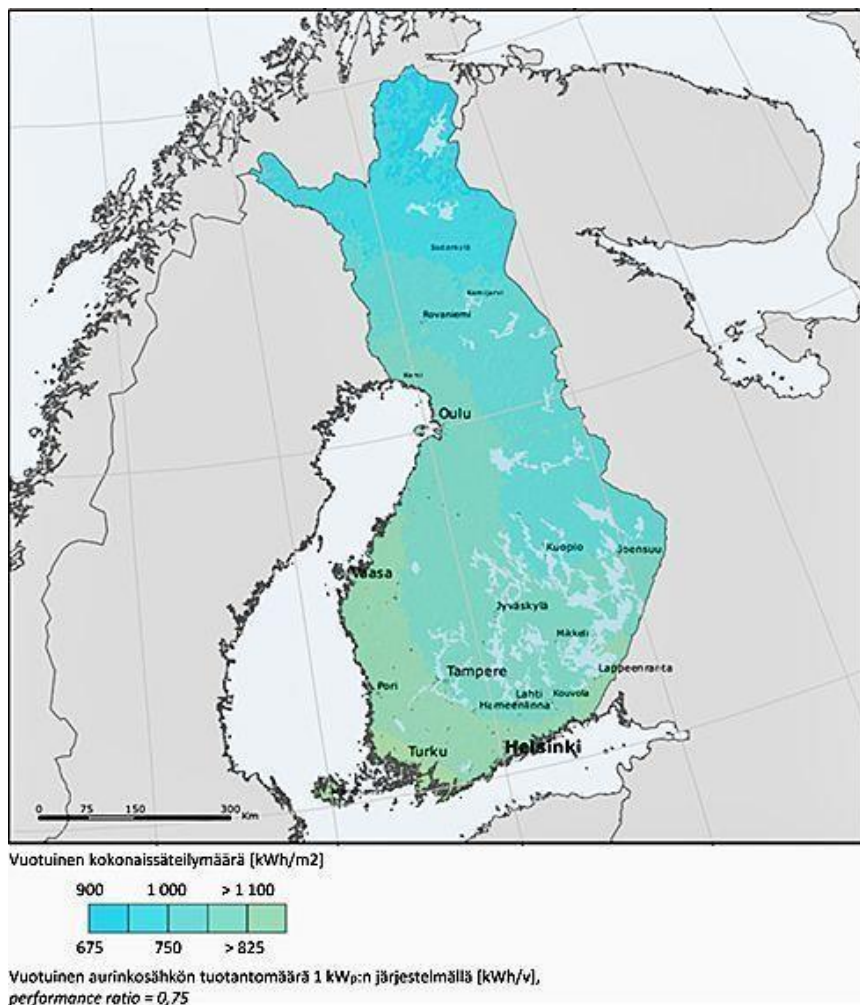
Solenergin i Finland är som bäst mellan mars och oktober. Det är även möjligt att använda solenergi på vintern. I norra delarna av Finland är solpanelsinstallationer på fasader en fördel eftersom solen skiner väldigt lågt under vintern, vilket ökar på upptagningen av solenergin. Snö är inte heller ett hinder för solpaneler ifall de installeras i rätt vinkel eller på husväggar. Snö som ligger på marken ökar på mängden solstrålning till panelerna på grund av att snö reflekterar ljus väldigt bra. /83/

4.9.1 Solstrålningen i Finland

Solstrålning eller solljus kallar man den elektromagnetiska strålningen som kommer från solen. Solstrålningen träffar alla områden på jorden, men mängden solstrålning som når olika ytor är beroende av landskap, årstider, väder och tiden på dygnet.

Solstrålningen delas in i tre olika delar, diffusstrålning, direktstrålning och globalstrålning. Om solstrålarna absorberas, reflekteras eller sprids ut av t.ex. moln, vattenmolekyler, damm eller föroreningar kallas det för diffusstrålning. Om solstrålarna når solpanelerna utan att något hindrar dem, kallas det för direktstrålning. Globalstrålningen är summan av den diffusa och direkta solstrålningen. /84/

Vid installation av solpaneler är det viktigt att ta reda på placeringen och lutningsvinkeln eftersom de påverkar på strålmängden. Faktorer som snö och skinande tak kan öka på den totala strålmängden om panelerna har rätt lutning. Den rekommenderade lutningsvinkeln är 45 grader. I södra delen av Finland är hälften av den årliga solstrålningen diffusstrålning och den har därför en betydande roll. Eftersom största delen av globalstrålningen i Finland är diffusstrålning, är det inte lönsamt att använda sig av koncentrerade solsystem som solar power tower eftersom de kräver direktstrålning för att vara effektiva. Figur 20 beskriver den årliga strålmängden i Finland. /85/



Figur 21. Årlig strålningsmängd i Finland. /85/

4.10 Framtiden för solenergi

Solenergiens utveckling har kommit en lång väg under de senaste åren. År 2010 var användningen av solenergi globalt väldigt låg och mindre länder var tvungna att använda ekonomiska understöd. Sedan år 2010 har solenergin ökat sakta men säkert, och under 2019 installerades det omkring 115 GW solenergi över hela världen. /86/

Den ökade användningen av solenergi beror på bland annat att kostnaderna har sjunkit. Det blir allt billigare att producera, exportera och använda solceller jämfört med tidigare år. En annan orsak är att teknologin inom solenergin utvecklas konstant. Förbättrade solpaneler och solfångare som kan fånga upp mera av solens strålar håller på att

utvecklas, vilket gör att elproduktionen och värmen som dessa solceller och solpaneler kan producera ökar. /87/

Fyra solteknologier som kommer ha stor påverkan på solindustrin inom framtiden är: flytande solkraftverk, byggnadsintegrerade solceller, solar skins, och solar fabric.

Flytande solkraftverk (figur 21) kan placeras på vatten, vilket ökar på deras effektivitet och erbjuder också andra fördelar. Installationen för flytande solpaneler är billigare än landbaserade, kraftproduktionen är större hos flytande solpaneler, genom att använda flytande solkraftverk skulle man spara på värdefulla markytor och fastigheter och solpanelerna skulle förhindra alger från att bildas på vattnet.



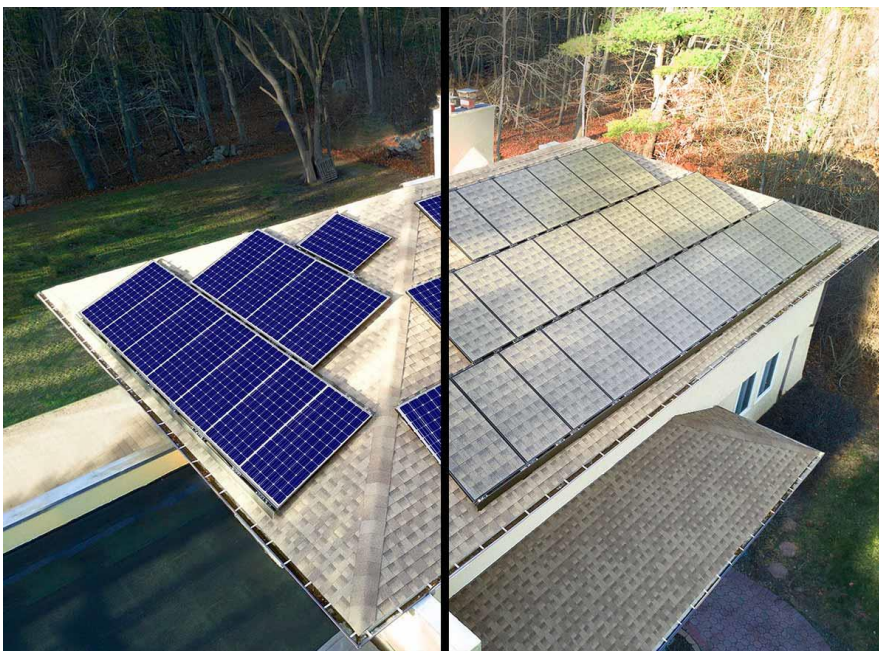
Figur 22. Flytande solkraftverk. /88/

Byggnadsintegrerade solceller (BIPV) (figur 22) betyder att man ersätter byggnadsmaterial med solceller. Solcellerna blir en del av byggnadens arkitektur. Då tak integreras, ersätter man det yttersta takmaterialet med solpaneler. Då hela fasaden integreras, ersätts fasadmaterialet helt och hållet med solceller. Till skillnad från vanliga solpaneler, kan man med byggnadsintegrerade solceller antingen få byggnaden att se unik ut, eller göra så att integreringen inte syns överhuvudtaget. Fördelar med BIPV är att man sparar på byggnadsmaterial och elkostnader.



Figur 23. Byggnadsintegrerade solceller. /88/

Solar skins (figur 23) är en teknologi som gör det möjligt att ändra på traditionella solpanelers utseende så att de har samma mönster eller färg som till exempel hustaket. Forskare håller också på att utveckla solar fabric (figur 24) som kan användas på t.ex. olika klädesplagg. /88/



Figur 24. Solar skins. /88/



Figur 25. Exempel på solar fabric. /89/

5 SLUTSATS

Energiproduktionen håller på att förändras. Fossila bränslen håller på att minska i användning och ersätts med förnybara energikällor. Det utvecklas hela tiden nya metoder för att alstra energi ur energikällorna, speciellt ur de förnybara för att man en dag förhoppningsvis ska kunna använda sig av dem helt och hållet.

I Finland håller man som bäst på att börja använda sig av förnybara energikällor och minska på de fossila källorna. Användningen av det fossila bränslena har minskat markant under de senaste åren i Finland medan de förnybara ökar i användning, speciellt för att alstra elektricitet och värme.

KÄLLOR

- /1/ National Geographic Society, 2019, Nonrenewable Resources, Tillgänglig: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/nonrenewable-re-sources/#:~:text=Nonrenewable%20energy%20resources%20include%20coal,most%20of%20our%20energy%20needs> Hämtad: 21.4.2021
- /2/ Finsk Energiindustri, 2021, Energiår 2020 El, Tillgänglig: https://energia.fi/files/4356/Elaret_2020.pdf Hämtad: 28.4.2020
- /3/ National Nuclear Regulator, What is nuclear energy? Tillgänglig: <http://www.nnr.co.za/what-is-nuclear-energy/> Hämtad: 28.4.2020
- /4/ Ferguson, C.D., 2011, *Nuclear Energy: What Everyone Needs to Know*, Oxford University Press, s.11.
- /5/ Vattenfall, Elproduktion med kärnkraft, Tillgänglig: <https://www.vattenfall.fi/sv/elavtal/energikallor/karnkraft/> Hämtad: 28.4.2020
- /6/ World Nuclear Association, 2021. Nuclear Power in Finland, Tillgänglig: <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/finland.aspx> Hämtad: 29.4.2020
- /7/ Fortum, Lovisa kärnkraftverk, Tillgänglig: <https://www.fortum.fi/sv/om-oss/vart-foretag/lovisa-karnkraftverk> Hämtad: 29.4.2020
- /8/ TVO, OL1 ja OL2, Tillgänglig: <https://www.tvo.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol1jaol2.html> Hämtad: 29.4.2020
- /9/ Energy Information Administration, 2020, Natural gas explained, Tillgänglig: <https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/> Hämtad: 5.5.2020
- /10/ Kate, M., 2016, How do fossil fuels form? Tillgänglig: <https://socratic.org/questions/how-do-fossil-fuels-form> Hämtad: 6.5.2021
- /11/ Konsumenternas Energimarknadsbyrå, 2020, Är naturgas ett förnybart eller fossilt bränsle? Tillgänglig: <https://www.energimarknadsbyran.se/gas/gasmarknaden-i->

[sverige/fakta-om-naturgas-och-biogas/vad-ar-naturgas/ar-naturgas-ett-fornybart-eller-fossilt-bransle/](#) Hämtad: 5.5.2020

/12/ Suomen Kaasuenergia, Maakaasu ja biokaasu, Tillgänglig: <https://suomenkaasuenergia.fi/maakaasu-ja-biokaasu/> Hämtad: 5.5.2020

/13/ Markus, 2017, Naturgaskraft, Tillgänglig: <https://energikontorx.se/naturgaskraft/#:~:text=De%20två%20sätt%20som%20används,i%20gasturbiner%20och%20i%20ångkraftverk.&text=Här%20förbränns%20naturgasen%20och%20värmer,förbränna%20gasen%20i%20ett%20ångkraftverk> Hämtad: 6.5.2021

/14/ Energiavirasto, Suomen maakaasumarkkinat, Tillgänglig: <https://energiavirasto.fi/maakaasumarkkinat> Hämtad: 5.5.2020

/15/ Andrei, M., 2021, How coal is formed, Tillgänglig: <https://www.zmescience.com/science/geology/how-coal-is-formed/> Hämtad: 3.1.2021

/16/ Kättström, D., 2019, Kolkraft, Tillgänglig: <https://el.se/kolkraft> Hämtad: 3.1.2021

/17/ Ugglans Fysik, Kolkraft, Tillgänglig: <https://fysik.ugglansno.se/kolkraft/> Hämtad: 6.1.2021

/18/ Björsell, M., 2021, Fossila bränslen, Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Fossila-branslen/#:~:text=Vid%20all%20förbränning%20bildas%20koldioxid%2C%20som%20bidrar%20till%20växthuseffekten.&text=Förbränning%20av%20kol%20ger%20upphov,av%20miljö-%20och%20hälsoskadliga%20ämnen> Hämtad: 6.1.2021

/19/ Hiilitieto, Hiili Suomessa, Tillgänglig: <https://hiilitieto.fi/hiilitietoa/hiili-suomessa/> Hämtad: 7.1.2021

/20/ Valtioneuvosto, 2019, Kivihiilen energiakäytön vuonna 2029 kieltävä laki voimaan huhtikuun alussa, Tillgänglig: https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/kivihiilen-energiakayton-vuonna-2029-kieltava-laki-voimaan-huhtikuun-alussa?languageId=fi_FI Hämtad: 7.1.2021

- /21/ Morse, E., Turgeon, A., 2018, Petroleum, Tillgänglig: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/petroleum/> Hämtad: 3.3.2021
- /22/ Drivkraft Sverige, 2010, Raffinering av råolja, Tillgänglig: <https://drivkraftsverige.se/uppslagsverk/fakta/produktion/raffinering-av-raolja/> Hämtad: 3.3.2021
- /23/ EduSpek, Öljyn käyttö Suomessa, Tillgänglig: <https://edu.spek.fi/koulutus/kappale/1-4-oljyn-kaytto-suomessa/> Hämtad: 4.3.2021
- /24/ Pantzar, M., 2020, Öljylämmityksen vaihtoavustuksesta tuli hitti – hallitus kasvattaa tukipottia, Tillgänglig: <https://yle.fi/uutiset/3-11617982> Hämtad: 4.3.2021
- /25/ Neova, Vad är torv? Tillgänglig: <https://www.neova.se/vad-ar-torv/> Hämtad: 3.5.2020
- /26/ Bioenergia, TURVE, Tillgänglig: <https://www.bioenergia.fi/tietopankki/turve/> Hämtad: 4.5.2020
- /27/ Söderlund, L., 2019, Finland förbränner mest torv i hela världen - inget förbud i planerna trots klimatpåverkan värre än bilarnas, Tillgänglig: <https://svenska.yle.fi/artikel/2019/10/31/finland-forbranner-mest-torv-i-hela-varlden-ingenet-forbud-i-planerna-trots> Hämtad: 8.5.2021
- /28/ National Geographic Society, 2019, Renewable Resources, Tillgänglig: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/renewable-resources/> Hämtad: 21.4.2021
- /29/ Energy Information Administration, 2021, Hydropower explained, Tillgänglig: <https://www.eia.gov/energyexplained/hydropower/> Hämtad: 6.5.2020
- /30/ Jämtkraft, Hur fungerar vattenkraft? Tillgänglig: <https://www.jamtkraft.se/om-jamtkraft/var-fornybara-produktion/vattenkraft/hur-fungerar-vattenkraft/> Hämtad: 6.5.2020
- /31/ Motiva, 2021, Vesivoima, Tillgänglig: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/vesivoima Hämtad: 7.5.2020

- /32/ Motiva, 2020, Bioenergian käyttö, Tillgänglig:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_kaytto
Hämtad: 23.1.2021
- /33/ Motiva, 2020, Bioenergia, Tillgänglig:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia Hämtad: 23.1.2021
- /34/ Motiva, 2020, Biokaasu, Tillgänglig:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/biokaasu Hämtad:
25.1.2021
- /35/ Jeppo Biokaasu Oy, Mitä biokaasu on? Tillgänglig:
<https://jeppobiogas.fi/yritys/mita-biokaasu-on/> Hämtad: 25.1.2021
- /36/ Bioenergia, PUUENERGIA, Tillgänglig:
<https://www.bioenergia.fi/tietopankki/puuenergia/> Hämtad: 26.1.2021
- /37/ Energiteknik Ab, Elda med flis, Tillgänglig:
<https://energiteknik.net/fliseldning/?web=1&wdLOR=cBF4ABD49-4BC8-4970-8CB2-BDB9F2523B7F> Hämtad: 26.1.2021
- /38/ Motiva, 2020, Pelletit, Tillgänglig:
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/puulammitys_kiinteistoissa/pelletit_ja_briketit/pelletit Hämtad: 26.1.2021
- /39/ Ilmasto-opas, Biomassan tuotanto ja polttoaineen käyttö ratkaisevassa roolissa bioenergian ilmastohyötyjä arvioitaessa, Tillgänglig: <https://ilmasto-opas.fi/sv/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/fi/c14a79cd-d384-41f4-a422-32338ecb35ca/bioenergia.html> Hämtad: 17.3.2021
- /40/ Bioenergia, 2020, Bioenergian käyttö jatkoi maltillista kasvua, energiaturpeen käyttö laski 2019, Tillgänglig: <https://www.bioenergia.fi/2020/04/17/bioenergian-kaytto-jatkoi-maltillista-kasvua-energiaturpeen-kaytto-laski-2019/> Hämtad: 17.3.2021
- /41/ Busby, R.L., 2012, *Wind Power: The Industry Grows Up*, PennWell Corporation, s. 1-2.

- /42/ Jämtkraft. Hur fungerar vindkraft? Tillgänglig: <https://www.jamtkraft.se/om-jamtkraft/var-fornybara-produktion/vindkraft/hur-fungerar-vindkraft/> Hämtad: 1.5.2020
- /43/ National Geographic Society, 2019, Wind Energy, Tillgänglig: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wind-ener-gy/#:~:text=There%20are%20two%20types%20of,look%20like%20an%20airplane%20propeller.> Hämtad: 6.5.2021
- /44/ Kohilo, TYPES OF WIND TURBINES & THEIR ADVANTAGES & DISADVANTAGES, Tillgänglig: <https://kohilowind.com/kohilo-university/202-types-of-wind-turbines-their-advantages-disadvantages/> Hämtad: 6.5.2021
- /45/ Zilberman, M., 2017, Optimization of Small, Low Cost, Vertical Axis Wind Turbine for Private and Institutional Use, Tillgänglig: https://www.researchgate.net/figure/Different-types-of-wind-turbines-1_fig1_318562270 Hämtad: 6.5.2021
- /46/ Williams, M., The Vortex Bladeless Wind Turbine, Tillgänglig: <https://www.herox.com/blog/354-the-vortex-bladeless-wind-turbine> Hämtad: 6.5.2021
- /47/ Motiva, 2021, Tuulivoima Suomessa, Tillgänglig: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoima_suomessa Hämtad: 1.5.2020
- /48/ Miljöförvaltningens gemensamma webbtjänst, 2020, Avfall och avfallshantering, Tillgänglig: https://www.ymparisto.fi/sv-FI/Konsumtion_och_production/Avfall_och_avfallshantering Hämtad: 23.5.2020
- /49/ Kivo, JÄTEVOIMALAT, Tillgänglig: <https://kivo.fi/yymmarramme/jatehuolto-ja-kiertotalous/jatevoimalat/> Hämtad: 23.5.2020
- /50/ Energy Information Administration, 2020, Biomass explained, Tillgänglig: <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/waste-to-energy-in-depth.php> Hämtad: 23.5.2020
- /51/ Marsh, J., 2019, What is solar energy? Tillgänglig: <https://news.energysage.com/what-is-solar-energy/> Hämtad: 9.5.2021

- /52/ Fortum, 5 fantas-tiska fakta om solenergi, Tillgänglig: <https://www.fortum.se/privat/allt-om-energi/hallbarhet/5-fantastiska-fakta-om-solenergi>
Hämtad: 9.5.2020
- /53/ Vattenfall, Hur produceras solen? Tillgänglig: <https://www.vattenfall.fi/sv/elavtal/energikallor/solkraft/> Hämtad: 9.5.2020
- /54/ NASA Science, 2019, Our Sun, Tillgänglig: <https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/sun/in-depth/> Hämtad: 11.10.2020
- /55/ The Nine Planets, 2021, The Sun Facts, Tillgänglig: <https://nineplanets.org/the-sun/>
Hämtad: 11.10.2020
- /56/ Redd, N.T., What is Solar Wind? Tillgänglig: <https://www.space.com/22215-solar-wind.html> Hämtad: 24.10.2020
- /57/ Sunpower, 2018, Active and Passive Solar Energy: The Difference and Why it Matters, Tillgänglig: <https://www.sunpowerbythesolarquote.com/post/active-and-passive-solar-energy> Hämtad: 13.4.2021
- /58/ Clean Energy Ideas, 2019, The Difference Between Active and Passive Solar Energy, Tillgänglig: <https://www.clean-energy-ideas.com/solar/solar-thermal-energy/the-difference-between-active-and-passive-solar-energy/> Hämtad: 13.4.2021
- /59/ Vourvoulias, A., 2021, Pros and Cons of Solar Energy, Tillgänglig: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2014/08/5-advantages-and-5-disadvantages-of-solar-energy> Hämtad: 20.4.2021
- /60/ Vivintsolar, History of solar energy: Who Invented solar panels? Tillgänglig: <https://www.vivintsolar.com/learning-center/history-of-solar-energy> Hämtad: 10.4.2021
- /61/ Handskholmen Invent AB, Så fungerar solfångaren, Tillgänglig: <https://www.handskholmen.se/om-solvärme/så-fungerar-en-solfångare-6530483>
Hämtad: 14.9.2020
- /62/ Energiportalen, Poolsofångare, Tillgänglig: <https://energiportalen.se/guide/poolsofångare-0> Hämtad: 15.9.2020

- /63/ CF. Group, Solfångare, Tillgänglig:
<https://www.chemoform.se/produkt/solfangare/#tab-description> Hämtad: 6.5.2021
- /64/ Värmepumpen, Hur fungerar solfångare? Tillgänglig:
<https://varmepumpen.se/solfangare/> Hämtad: 15.9.2020
- /65/ VVS Grossen, SOLFÅNGARE 4PLUS 2,53M2, HARP, Tillgänglig:
<https://www.vvsgrossen.com/produkter/solenergi/solvarme/plana-solfangare/solfangare-4plus-2-53m2-harp/> Hämtad 6.5.2021
- /66/ VVS Grossen, VAKUUMRÖRS PANEL 18 STR, Tillgänglig:
<https://www.vvsgrossen.com/produkter/solenergi/solvarme/vakuumsolfangare/vakuumrors-panel-18-str-komplett-vvs-grossen-frakt/> Hämtad: 6.5.2021
- /67/ SolarPACES, 2018, How CSP Works: Tower, Trough, Fresnel or Dish, Tillgänglig:
<https://www.solarpaces.org/how-csp-works/> Hämtad: 14.10.2020
- /68/ Hanania, J., et al, 2018, Solar power tower, Tillgänglig:
https://energyeducation.ca/encyclopedia/Solar_power_tower Hämtad: 6.5.2021
- /69/ Woodford, C., 2020, Solar cells, Tillgänglig:
<https://www.explainthatstuff.com/solarcells.html> Hämtad: 17.11.2020
- /70/ Fredman, C.H., 2018, Hur fungerar solceller? Tillgänglig:
<https://savebysolar.se/hur-fungerar-solceller/> Hämtad: 21.11.2020
- /71/ 8Msolar, 2020, The Three Types of Solar Panels, Tillgänglig:
<https://www.8msolar.com/types-of-solar-panels> Hämtad: 19.11.2020
- /72/ Digisolar, 2019, Monokristallin eller polykristallin – Vilken panel ska jag välja?
Tillgänglig: <https://www.digisolar.se/nyheter/monokristallin-polykristallin-eller-tunnfilm-vilken-panel-ska-jag-valja-digisolar-forklarar/> Hämtad: 6.5.2021
- /73/ Bartlett, J., 2016, What are Thin Film Solar Panels? Tillgänglig:
<https://understandsolar.com/thin-film-solar-panels/> Hämtad: 6.5.2021
- /74/ Tekniskamuseet, 2019, Solenergi, Tillgänglig: <https://www.tekniskamuseet.se/lar-dig-mer/100-innovationer/solenergi/> Hämtad: 6.4.2021

- /75/ Chariotenergy, Solar Farms: What Are They & How Do They Work? Tillgänglig: <https://chariotenergy.com/chariot-university/solar-farms/> Hämtad: 6.4.2021
- /76/ Wikipedia, 2020, Luettelo Suomen suurimmista aurinkovoimaloista, Tillgänglig https://fi.wikipedia.org/wiki/Luettelo_Suomen_suurimmista_aurinkovoimaloista Hämtad: 23.4.2021
- /77/ Solarigo, ATRIAN AURINKO, Tillgänglig: <https://www.solarigo.fi/referenssi-atrianaurinko> Hämtad: 24.4.2021
- /78/ Huovinen, J., 2018, Lempäälään ensi kesänä valmistuva jättimäinen aurinkopaneelikenttä vastaa 720 kerrostaloasunnon sähkönkulutusta – Tavoitteena ympärivuotinen käyttö, Tillgänglig: <https://www.aamulehti.fi/uutiset/art-2000007318371.html> Hämtad: 24.4.2021
- /79/ Projektuutiset, 2017, Helsingin yliopisto rakentaa Suomen suurimpiin kuuluvan aurinkosähkövoimalan Viikkiin, Tillgänglig: <https://www.projektuutiset.fi/helsingin-yliopisto-rakentaa-suomen-suurimpiin-kuuluvan-aurinkosahkovoimalan-viikkiin/> Hämtad: 24.4.2021
- /80/ Atria, 2018, Atrian aurinkosähköpuisto on valmistunut, Tillgänglig: <https://www.atria.fi/konserni/ajankohtaista/tiedotteet/2018/atrian-aurinkosahkokuisto-on-valmistunut/> Hämtad: 6.5.2021
- /81/ Teri, Salt-gradient solar ponds, Tillgänglig: https://web.archive.org/web/20081026010802/http://www.teriin.org/tech_solarponds.php Hämtad: 13.5.2021
- /82/ Lähienergia, Aurinkoenergia, Tillgänglig: <https://lahienergia.org/lahienergia/aurinkoenergia/> Hämtad: 22.4.2021
- /83/ Lut University, 2019, Aurinkoenergia ja aurinkosähkö Suomessa, Tillgänglig: [https://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/aurinkoenergia-ja-aurinkosahko-suomessa#:~:text=Kansainvälisen%20energiajärjestön%20\(International%20Energy%20Agency,2018%20osalta%20on%20140%20MW](https://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/aurinkoenergia-ja-aurinkosahko-suomessa#:~:text=Kansainvälisen%20energiajärjestön%20(International%20Energy%20Agency,2018%20osalta%20on%20140%20MW) Hämtad: 22.4.2021

/84/ Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, Solar Radiation Basics, Tillgänglig: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-radiation-ba->

[ba-sics#:~:text=Solar%20radiation%2C%20often%20called%20the,using%20a%20variety%20of%20technologies](https://www.energy.gov/eere/solar/solar-radiation-basics#:~:text=Solar%20radiation%2C%20often%20called%20the,using%20a%20variety%20of%20technologies) Hämtad: 17.4.2021

/85/ Motiva, 2020, Auringonsäteilyn määrä Suomessa, Tillgänglig: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa Hämtad: 17.4.2021

/86/ Reid, G., 2020, The future looks bright for solar energy, Tillgänglig: <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/the-future-looks-bright-for-solar-energy/> Hämtad: 22.4.2021

/87/ Kerr, E., 2019, The Future of Solar is Bright, Tillgänglig: <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2019/future-solar-bright/?web=1&wdLOR=cE72803DA-1FAE-40A1-84E1-FCE85CB719D9> Hämtad: 22.4.2021

/88/ Sandhu, J., 2021, Which new solar panel technologies will revolutionize energy production? Tillgänglig: <https://www.solarreviews.com/blog/solar-panel-technologies-that-will-revolutionize-energy-production> Hämtad: 22.4.2021

/89/ Agnew, O., 2017, Solar-Powered Everything, Tillgänglig: <https://nexusmedianews.com/solar-powered-everything-7fd92b9d35a/> Hämtad: 6.5.2021

