

# **Det självförsörjande hemmet**

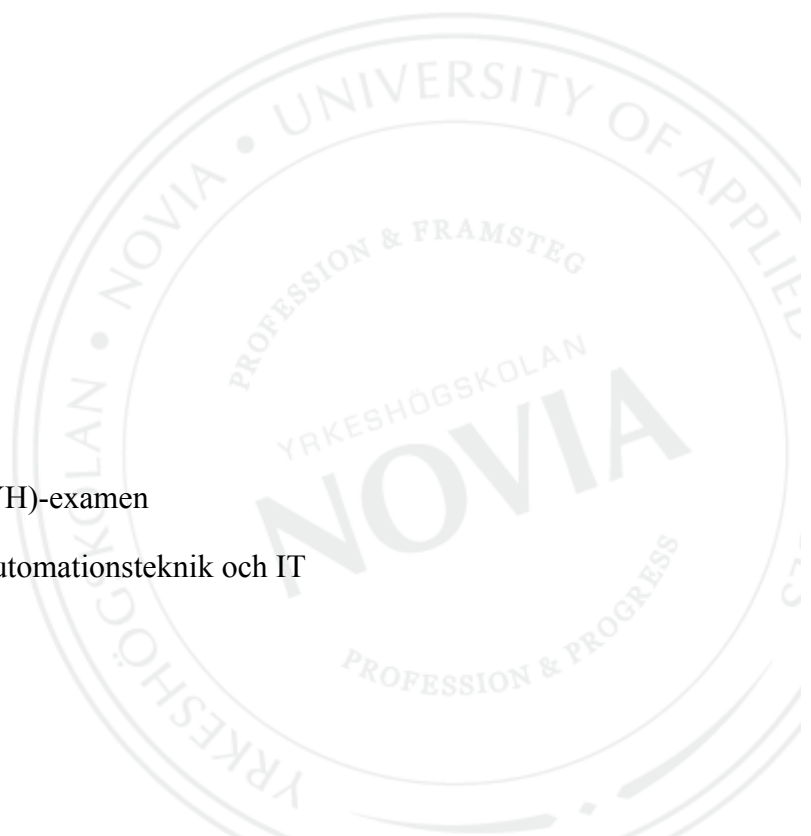
## **Dagens möjligheter med vind och solenergi**

**Joakim Ström**

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Automationsteknik och IT

Raseborg 2015



# EXAMENSARBETE

Författare: Joakim Ström  
Utbildningsprogram och ort: Automationsteknik och IT. Raseborg  
Inriktningalternativ/Fördjupning: Elplanering  
Handledare: Ulf Lemström

Titel: Det självförsörjande hemmet

---

Datum 26.03.2015      Sidantal 30      Bilagor -

---

## Abstrakt

För att undersöka möjligheter med en renare och mera självförsörjande energi för de privata hushållen kommer detta examensarbete främst ta upp möjligheterna med användning av solen och vinden som kompenserande energikällor i våra hem.

Jag kommer att utreda det praktiska arbetet, undersöka vilka komponenter som måste finnas för att få de privata kraftverken att synkronisera med det fasta elnätet. Utöver detta kommer jag att gå igenom lagstadgade installations- och säkerhets krav som dessa utrustningar kräver, samt gå igenom lite historik och framtida utsikter vad gäller privata elanläggningar.

---

Språk: svenska      Nyckelord: självförsörjande, privata, energikällor

---

# BACHELOR'S THESIS

Author: Joakim Ström  
Degree programme: Automation and IT  
Specialization: Electrical Systems Design  
Supervisor: Ulf Lemström

Title: The self-sufficient home

---

Date: 26.03.2015      Number of pages: 30      Appendices -

---

## Abstract

To examine the possibilities of a cleaner and more self-supporting energy for private households, this thesis is mainly going to describe the possibilities of using the sun and the wind as compensating energy sources in our homes.

I will investigate the practical work and the components that are necessary to get a private power station to synchronize with the permanent electric mains, I will also go through the statutory demands on installation and safety that the equipment demands. Some historical and future prospects on private electricity constructions are also presented.

---

Language: Swedish      Key words: self-supporting, private, energy

---

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b> .....	1
<b>2. Syfte</b> .....	1
<b>3. Vindkraft</b> .....	1
<b>3.1 Vindkraftens historia</b> .....	1
<b>3.2 Hur och vad är vindkraft</b> .....	2
<b>3.3 Hur fungerar vindkraft?</b> .....	4
<b>3.4 För och nackdelar med vindkraft</b> .....	5
<b>4. Solenergi</b> .....	6
<b>4.1 Solcellens historia</b> .....	6
<b>4.2 Vad är solenergi</b> .....	6
<b>4.3 Hur fungerar solcellen</b> .....	6
<b>4.4 För- och nackdelar med solceller</b> .....	7
<b>5. Placering av sol- och vindkraftverk</b> .....	7
<b>6. Uppkoppling till elnätet</b> .....	9
<b>7. Lagstadgade lov och krav</b> .....	10
<b>8. Kommunens krav</b> .....	10
<b>9. Tankar och funderingar</b> .....	12
<b>10. Min placering av kraftverket</b> .....	13
<b>11. Inkoppling av privata kraftverk</b> .....	16
<b>12. Tekniska detaljer</b> .....	17
<b>13. Vindmätningar</b> .....	18
<b>14. Vindhastighetens inverkan på vindkraftverkets effekt</b> .....	20
<b>15. Solcells mätningar</b> .....	21

<b>16. Kommer vi att klara oss med bara vind- och solkraft.....</b>	<b>23</b>
<b>17. Vad kostar detta?.....</b>	<b>23</b>
<b>18. Billigare alternativ.....</b>	<b>24</b>
<b>16. Slutord.....</b>	<b>27</b>
<b>Källförteckning.....</b>	<b>28</b>

## 1. Inledning

Förnybara energikällor börjar med dagens teknik bli en allt mera attraktiv del av vår energiförbrukning även inom den privata sektorn. Började själv fundera över vilka möjligheter det finns för ett hus likt vårt eget byggt ute på landet och konstaterade ganska fort att det finns i princip två olika alternativ eller en kombination av dessa, nämligen solen och vinden. Med hjälp av solen finns ännu två olika alternativ, det ena är att bara värma vatten och på det viset få varmvatten och värme till huset. Det andra är att utnyttja solljuset för att återvinna elektrisk energi. Eftersom jag själv har mera kunskap om el än om vatten så beslöt jag mig för att utreda möjligheterna, för- och nackdelar samt kostnader och underhåll i sol och vindkraftverk som alstrar elektrisk ström.

## 2. Syfte

Syftet med detta arbete är att utreda för mig själv och för andra med samma intresse hur mycket arbete och kostnader det är att försöka åstadkomma ett till största delen självförsörjande hushåll. Här kommer jag också att gå igenom vad som krävs vad gäller bygglov, säkerhetskrav och andra lagstadgade åtgärder som krävs för att bygga egna kraftverk.

## 3. Vindkraft

### 3.1 Vindkraftens historik

Vad man vet så har vinden använts som energikälla redan 4000 före Kristus, då av egyptiernas papyrusbåtar för att få vind i seglen. På 1880-talet började man pumpa vatten i USA med hjälp av vindhjul och på 900-talet malde man med väderkvarnar i Mellanöstern. Väderkvarnen spred sig under 1200-talet till hela Europa och resten av världen.

Vindkraften hade en svacka i slutet av 1800 talet när ångkraft och olja började användas, samtidigt började den danske meteorologen och aerodynamikern Paul la Cour inse potentialen i att använda vindkraft för framställning av elektrisk energi. Paul la Cour påbörjade en mera vetenskaplig utveckling av vindkraftverk och utbildade specialister inom vindkraft. Vindkraftverken var redan på 1920-talet flera hundra i antal i Danmark men på 1950-talet utvecklade en av la Cours elever, Johannes Juuls en vindturbin med 200 kilowatts max effekt med växelströmgenerator. Den placerades i södra Danmark och blev en ikon för de moderna vindkraftverken.

Oljekrisen på 1970-talet bidrog till att många diskussioner om vindkraft började ta fart och under modernare tid har rädslan för kärnkraftverksolyckor bidragit till stöd för vindkraften. Dessutom tar ju inte bränslet aldrig slut när det gäller vinden vilket kan vara kall fakta med olja, uran och kol.

De privata vindkraftverken började dyka upp på 1930-talet i USA vid farmer utanför det lokala elnätet och användes främst till belysning samt laddning av batterier. Men har med åren utvecklats till en industri med många tillverkare världen över för olika behov. (E.ON Vindkraftens historia & Wikipedia Vindkraftens historia)

### 3.2 Hur och vad är vindkraft

Vind uppstår när solen värmer luften som stiger uppåt och kallare luft strömmar till området. Lågtryck får varma luftmassor att strömma uppåt medan högtryck får de kalla, tunga luftmassorna att strömma neråt. När luftmassorna flyttas från högtryck mot lågtryck bildas vindar på marknivå. På grund av Coriolis-kraften och jordens rotation så sker luftmassornas rörelse från högtryck mot lågtryck inte i en rak linje utom i en spiral.

Coriolis-kraften är en fiktiv kraft som innebär att jordrotationen leder till att vindar och havsströmmar i nord-syd riktning böjes av. På det norra halvklotet drivs de nordgående vindarna mot öst, medan de som rör sig söderut drivs mot väst. På södra halvklotet sker detta tvärt om.

Medelmåttliga vindhastigheter förekommer kring högtrycken, men de kraftigaste vindarna uppstår runt ett helt stillastående lågtryckscentrum. Man delar jordens atmosfär i fyra delar på höjden där det nedersta skiktet är troposfären där vind och väder uppstår under 20km från landytan. Vindhastigheten varierar på olika höjder och beroende på hurdana förhållandena är på marken.

Den sökta vindhastigheten går att beräkna med följande formel:

$$v = v_o(h/h_o)^\alpha$$

$v_o$  = den kända vindhastigheten på höjden  $h_o$

$v$  = den sökta vindhastigheten på  $h$

$\alpha$  = exponent för terrängens råhet

Råhetsklass 0 (öppet vatten)  $\alpha = 0,1$

Råhetsklass 1 (öppet platt landskap)  $\alpha = 0,15$

Råhetsklass 2 (landsbygd med gårdar och dungar)  $\alpha = 0,2$

Råhetsklass 3 (mindre tätorter och låg skog)  $\alpha = 0,3$

Energiinnehållet i vinden är beroende av luftens massa ( $\text{kg/m}^3$ ), alltså densiteten och vindens hastighet. Energiinnehållet växer inte linjärt i förhållande till vindens hastighet och kall luft har högre densitet än varm luft vilket medför att vindens energiinnehåll är mycket större på vintern än på sommaren.

Bild 1: Vindhastighetens variation till höjden vid råhetsklass 2 om vi antar att det blåser med 10m/s på 100 meters höjd.

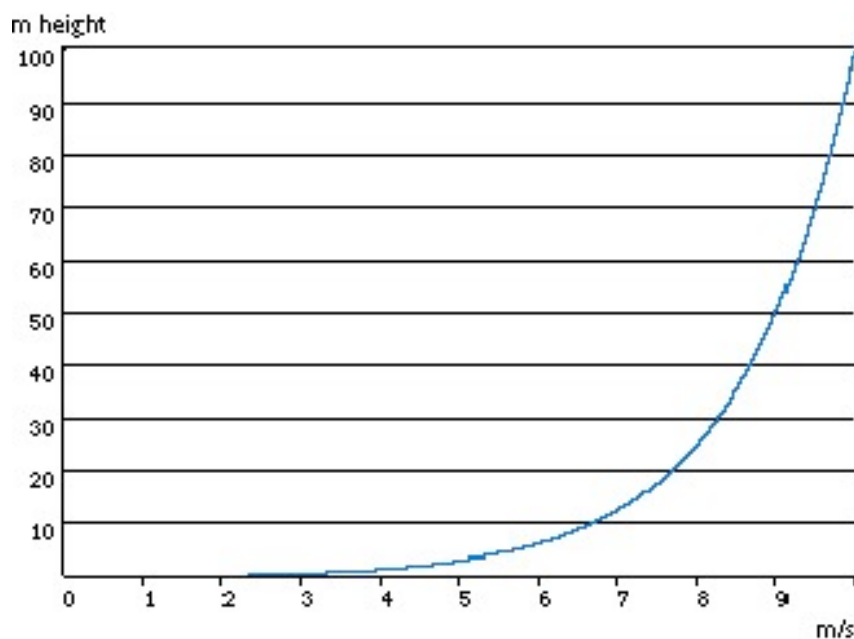


bild källa (Ingemar Olofssons Vindkraftsidor)

Med följande formel får vi vindens effekt per yta räknat:

$$1/2 \times p \times v^3$$

$v =$  luftens hastighet i m/s

$p =$  luftens densitet i  $\text{kg/m}^3$

Man kan säga att vindkraften är tillvaratagande av luftmassans rörelseenergi.  
(Wikipedia Vindkraft & Vindkraftföreningen rf)



### 3.3 Hur fungerar vindkraft?

Vindkraft kan tas till godo på två olika sätt, antingen genom luftflödes lyftkraft eller motståndskraft.

De trebladiga horisontalaxelkraftverken baseras på lyftkraft, det vill säga att profilen och anfallsvinkeln till ett vindkraftverks blad bör vara formad så att det uppstår ett undertryck på bladets ena sida som åstadkommer lyftkraften. I moderna större vindkraftverksparkar byggs bladen så att de kan vinklas för att uppnå maximal verkningsgrad vid olika vindhastigheter och även bromsa ner hastigheten vid för hög vindhastighet, detta är dock inte möjligt i dags läge med de minder privata kraftverken.

Bild 2: Vindens rörelse.

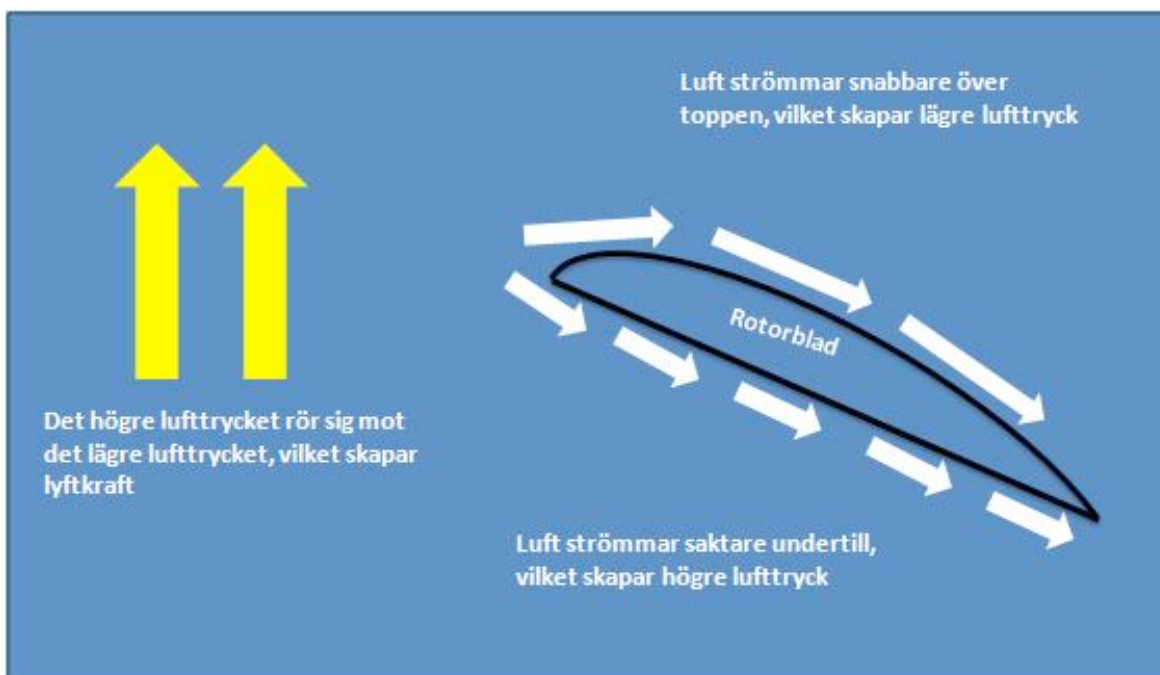


bild källa (Vindkraftföreningen rf skiss över luft strömmar)

För horisontalaxelkraftverket är vindenergin proportionell till svepytan på rotorbladet. Ju större rotordiametern är desto mer energi kan vindkraftverket utvinna ur vindarna. När rotorbladen förlängs med 3 % ökar svepytan och den effekt man får ut ur kraftverket med 6%, detta innebär att valet av turbinens rotordiameter är av större betydelse än den nominella effekten vid val av vindkraftverk. Det är t.ex. effektivare på en plats med medelvindhastigheten på 7 m/s att utnyttja ett vindkraftverk med storleken 2 MW och rotordiameter på 115 m än ett 3 MW vindkraftverk med en rotordiameter på 100 m. Vill man räkna ut svepytan bör man veta längden på vindkraftverkets rotorblad och utnyttja följande formel. (Vindkraftföreningen rf)

Svepytan för vindkraftverket:

$$A = \pi(D/2)^2$$

*D = diametern för den cirkel som rotorns blad bildar*

### **3.4 För - och nackdelar med vindkraft**

Tekniken bakom vindkraftverken utvecklas i snabb takt och därför förbättras vindkraftens lönsamhet som energikälla kontinuerligt. Vindkraft är en ren och utsläppsfri energi med låga drifts- och underhållskostnader och energikällan är i princip gratis och oändlig.

Emot sig har vindkraften vissa utmaningar vad gäller att hitta bra placeringar för att uppnå maximal effektivitet utan att påverka miljön negativt. Vindkraften är fortfarande betyngd av höga investeringskostnader och så blåser det ju inte alla dagar vilket medför att vindkraft kommer aldrig att kunna fungera som vår enda energikälla.

## **4. Solenergi**

### **4.1 Solcellens historia**

Det var av en slump man upptäckte att kisel kunde användas för att omvandla solens ljus till elektrisk energi år 1940. Under 1950 talet började man använda solceller för energitillförsel till satelliter i rymden, 1954 tillverkade Bells laboratorium i USA den första effektiva solcellen. Processen var dock så dyr att det drog ut ända till 1970 talet och oljekrisen innan någon börja fundera på vidare utveckling av solceller. Kiselsolcellen är ännu idag den vanligaste typen av solcell.

(Solbutiken solcellens historia)

### **4.2 Vad är solenergi**

Solen genererar ju egentligen all energi som vi förbrukar, för utan solens värme och ljus skulle ju inte världen som vi vet den existera. Solens värme och ljus används i många former för att framskaffa olika typer av energi vilket de vanligaste är att värma vatten med hjälp av värmen eller att utvinna elektrisk energi med solceller som jag i detta arbete kommer att gå in på lite mera i detalj.

### **4.3 Hur fungerar solcellen**

Man brukar dela upp solceller i två grupper, tunnfilmssolceller och kristallina solceller. De kristallina är den vanligare idag på grund av att de har en bättre verkningsgrad. Bästa verkningsgraden man uppnått i laboratorier i dags läge är 42,9%. En solcell består av många seriekopplade halvledardioder som oftast är tillverkade av kisel. Solcellen är en sorts fotodiod som består av två skikt kallade P & N. Skikten är byggda så att det fattas elektroner i P-skiktet och det finns ett överskott av dem i N-skiktet. Mellan dessa finns ett elektriskt fält. När en foton från solljuset träffar P-skiktet ger den ifrån sig sin energi till elektronen som exciteras och hamnar i det elektriska fältet och vidare till N-fältet där den kan ledas iväg. Solcellers verkningsgrad minskas vid för hög uppvärmning. Se bilden på sid 7.

(Svensk solenergi solcellens funktion)

Bild 3: Funktionen i en solcell.

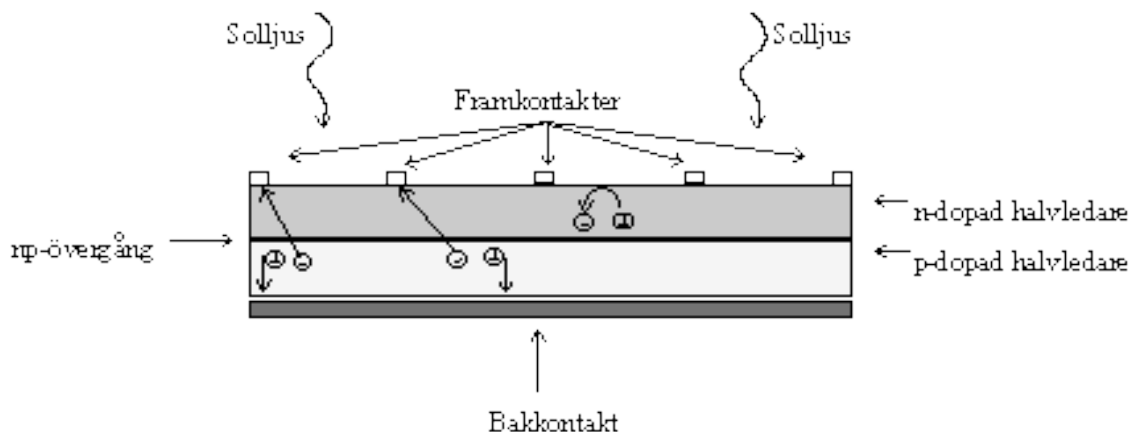


Bild källa (Chalmers Tekniska högskolas information om solceller)

#### 4.4 För- och nackdelar med solceller

Fördelar med solceller är en ren och underhållsfri energikälla som fungerar både dag och natt fast den naturligtvis inte är lika effektiv på natten. Med dessa kan man också producera sin egen energi och öka värdet på fastigheten. Som energikälla för olika kylsystem sommartid är detta en mycket bra lösning.

Nackdelarna är ju att inköpspris och installation i dagsläge ännu är ganska höga. Effekten i solcellen är ju högst på sommaren när vi oftast behöver minst energi förutom till kylning, och så är den känslig för molnigt väder och skuggningar. Så placeringen är en ganska viktig del vid installationen av solceller.

### 5. Placeringen av sol- och vindkraftverk

För både sol- och vindkraft bör man ha koll på vilka krav den egna eldistributören har om man vill koppla in sitt eget kraftverk i det befintliga elnätet till huset samt kommunens krav på bygglov, miljölov, bullernivå, samt andra eventuella störningar som detta kan medföra. Återkommer senare till vad Caruna och Raseborgstad har för krav som är de bestämmande organen i mitt fall.

Placeringen av solcellerna är inte så svår, de brukar placeras på takets södra sida eller om man har stor gård kan man även placera dem på marknivå lutade mot solen i sydlig riktning. Denna placering underlättar ju eventuell service och underhåll på panelerna men är ju inte direkt någon gårdspryd. I mitt fall skulle dessa bli placerade på

taket eftersom vi har ett stort tak med riktning mot söder och sol hela dagen om det inte är mulet.

Placeringen av vindkraftverk däremot kräver en hel del mera förberedelser och det viktigaste är ju att det är en öppen plats där vindarna har möjlighet att öka i kraft. En lämplig installationsplats för ett vindkraftverk är vid stränderna och i skärgården, vid vattendrag och öppna åkrar. De bästa platserna är ändå uppe på höga kullar för att vinden samlar mera kraft när den stiger upp längsmed kullarna. Alla träd, byggnader och andra hinder bildar turbulens som sänker vindstyrkan och vindens kraft-svängningar belastar vindkraftverket och förkortar på detta sätt dess livslängd.

Om det vid den valda vindriktningen finns hinder bör avståndet till kraftverket vara minst 10 gånger hindrets höjd så att turbulensen dämpas. Om det finns hinder som skog eller byggnader i närheten av kraftverket bör kraftverket vara dubbelt högre än hindret eller minst 7-10 meter högre än hindret. Många vill därför bygga kraftverken på husets tak för att man då redan är högt uppe. Byggnaden medför dock turbulens vilket medför att kraftverket bör vara minst 10 meter högre upp en vad tak åsen är. Vid takfäste bör fästas uppmärksamhet till vibrationerna som kraftverket ger så att det byggs ordentlig vibrations dämpning att inte ljudet kommer ut i huskonstruktionen.

Ljudet är ännu en aspekt att tänka på vid placeringen av vindkraftverket. Vindkraftverket är ett mekaniskt verk som bildar ljud. I praktiken så är det vingarnas rörelse som ger ljud vid ett litet vindkraftverk. Vid små kraftverk, som oftast används vid t.ex. sommarstugor, är vingarnas diameter under 2 meter. Kan hastigheten bli så hög att den kommer upp i en halv ljudhastighet vilket innebär ljudföroreningar. Men dagens kraftverk, för privatbruk som vingarnas former är effektivt planerade och hastigheten hålls inom några hundra varv per minut ger just inget ljud ifrån sig. Ljuden som uppstår börjar först uppnå en nivå som vi kan höra vid vindar över 8 m/s men då ger redan naturen själv så mycket ljud ifrån sig att det i praktiken åter upp ljudet från kraftverket.

Bild 4: Turbulensens inverkan.

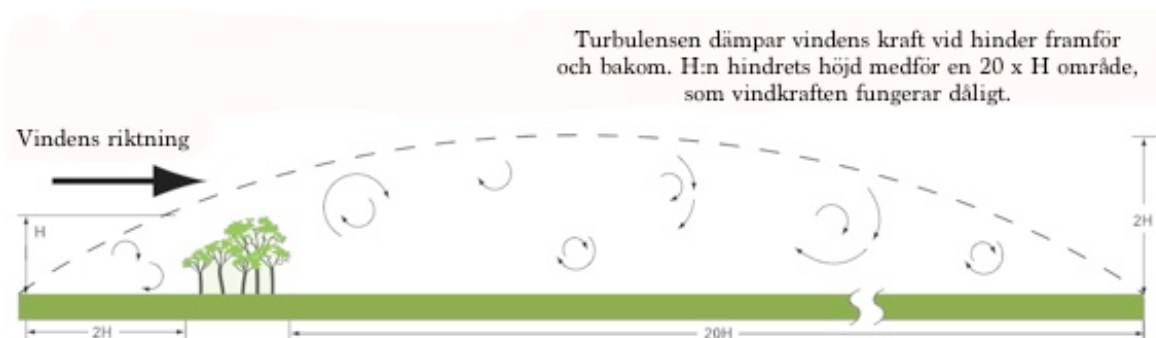


Bild källa (Home Power Magazine)

## 6. Uppkoppling till elnätet

Enligt Caruna är man en så kallad Microproducent så länge som den egna energi produktionen är högst 50 kVA. Det vanligaste för en Microproducent är att man själv använder den producerade energin till elapparater och värme, men om elproduktionen överskrider det man själv förbrukar så finns möjligheten att kontakta ett elförsäljningsbolag för att sälja överskottsenergin. Enklast är väl att sälja till samma bolag som man köper ifrån själv men det går att välja ett annat och en prisjämförelse går att göra på internetadressen [sahkohinta.fi](http://sahkohinta.fi).

För en Microproducent krävs inga tillbyggen eller förstärkningar av det befintliga elnätet bara elproduktionen är mindre än förbrukningen på den uppkopplade platsen. Nedan en fritt översatt illustration från Carunas internet sidor om tillvägagångssättet vid inkoppling av Microproducering till det befintliga elnätet.

Bild 5: Carunas guide över tillvägagångssättet för microproducering av egen el.

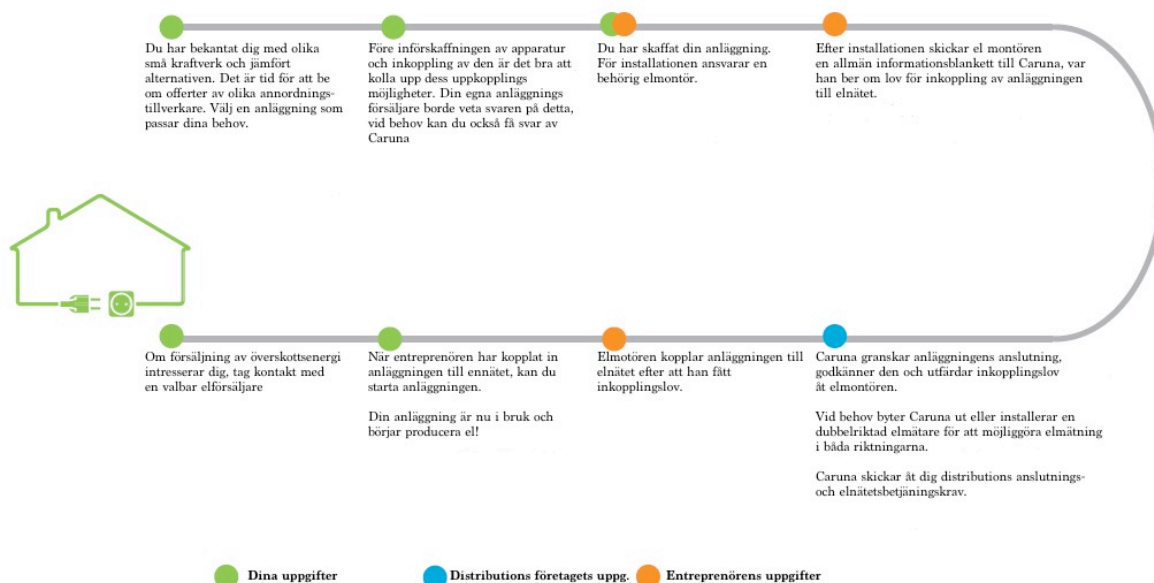


Bild källa (Caruna, Mitä sinun tarvitsee tietää mikrotuotannosta)

## 7. Lagstadgade lov och krav

Eldistributörerna kan ha olika krav vad gäller uppkoppling av egna kraftverk till det befintliga elnätet. Carunas krav på anläggningarna är följande:

- Anläggningen måste fylla energiindustrins rekommendationer, Tyska normen VDE-AR-N 4105:2011 eller microproducentsstandarden EN50438, med finska inställningsvärden.
- Produktionen måste vara frånskiljbar från distributionsnätet (t.ex. skild låsbar frånskiljsbrytare som Caruna har fritt tillträde till.
- Huvudcentralen och kraftverket måste skyltas med en varningsskylt för risk för bakmatning samt anvisningar för hur den frånskiljs.

Alla privata kraftverk måste kopplas enligt elnätets standarder, så kallade stöpselinkopplingar fyller inte kraven (SFS6000) och sådana får inte kopplas till elnätet.

## 8. Kommunens krav

Raseborg stads krav på vindmöllor är att om det är frågan om större diameter än 2 meter så behövs åtgärdstillstånd. Solceller lär inte skall finnas nämnda i byggnadsordningen men kan även de kräva åtgärdstillstånd om det medför en stor/tydlig fasadändring. Men detta är fast i storleken och på var i staden man befinner sig. Enligt informationen jag fick från Raseborgstad gäller det i mitt fall här ute i periferin med södersidan av taket riktat mot skogen så ingen människa ser det inte skulle behöva några lov vad gäller solcellerna, vindmöllan sen igen skall nog bli så stor att den behöver åtgärdstillstånd.

På Raseborgs hemsidor står det att följande bilagor behövs till ett åtgärdstillstånd.

### 2 st ansökningsblanketter

#### Sökande:

- Fullmakt av sökande ( \*ifall ansökningen undertecknas av någon annan än byggplatsens ägare)
- Utdrag ur handels- och föreningsregistret ( \*ifall sökande är ett företag eller förening)
- Utdrag ur bostadsaktiebolagets styrelseprotokoll ( \*ifall sökande är ett bostadsbolag)

**Besittning till byggplatsen:**

- kopia av beviljad lagfart
- kopia av köpebrev eller annan överlåtelsehandling ( \*ifall lagfarten inte är up to date)
- kopia av arrendeavtal ( \*ifall fastigheten arrenderas)

**Byggplatsen:**

- utdrag ur fastighetsregistret
- utdrag ur officiell karta (skala 1:10000)
- tomtkarta samt utdrag ur plan ( \*ifall byggandet sker på planområde)
- uppgifter om vatten- och avloppsanslutningar eller utredning om avloppssystemet

**3 serier huvudritningar :**

- situationsplan 1:200, 1:500 (1:1000)
- planritningar 1:50 eller 1:100 ( \*ifall bottenplanen berörs av åtgärden)
- fasadritning 1:50 eller 1:100 ( \*ifall åtgärden påverkar fasaderna)
- rök- och luftkanaler 1:20 ( \*ifall det kommer en skorsten)

**I specialfall kan det även krävas:**

- planteringsplan 1:200
- ritning över räddningsvägar

**Förhandstillstånd och utlåtanden:**

- grannarnas delgivning ( \*alla rågrannar samt granne mitt emot på andra sidan - vägen eller närliggande ö)

**Byggprojektanmälan:**

- RK-9 ( \*ifall det rivs i samband med tillståndet )

**Ansvarig arbetsledare:**

- ansökan eller anmälan om ansvarig arbetsledare (AAL, FVA)

**Annat:**

- utredningar om uppförande av mast eller vindkraftverk (MBF 64 §)
- utredning om byggavfallets mängd och beskaffenhet och om sortering
- utredning om det byggnadsmaterial som skall rivs och hur det återanvänds
- utredning om byggnadens arkitektoniska och kulturhistoriska värde
- utredning om tillgänglighet och framkomlighet

Officiella handlingar såsom lagfart, fastighetsregister, officiell karta samt utdrag ur planen får vara högst 3 månader gamla. Även ytterligare bilagor/utredningar kan krävas av byggnadstillsynen, dessa meddelas skilt.

Mera information vid byggande på olika områden finns att läsa under byggnadsordningen på Raseborgs hemsidor.



## 9. Tankar och funderingar

Nu när jag läst om och pratat med olika människor om dessa energikällor så har det ju kommit upp flera olika möjligheter och ideér om hur man kan bygga och om olika tilläggsfunktioner med mera. När jag började med detta arbete hade jag klart för mig att det skulle vara ett tillräckligt stort vindkraftverk så att man nästan skulle klara all förbrukning med detta, men ha nu lärt mig att det nog inte lönar sig. Det finns ju förvisso nog möjligheter att sälja överskotts energi till elbolagen eller köra över överskottet till att värma varmvatten och säkert många andra lösningar men dessa skall lära vara de vanligaste men båda dessa medför ganska mycket extra utgifter. Bygger man bara för att få grön energi och pengar inte är ett hinder så kan det här vara helt bra lösningar, men vill man samtidigt spara på energikostnaderna och få en så kostnadseffektiv lösning som möjligt så skall man nog beräkna vindkraftverket till att vid goda förhållanden ge så mycket energi som hushållet normalt förbrukar. Det man också bör tänka på är att de minsta kraftverken, upp till ca 3,5kW är en fas kraftverk vilket ju medför att man bara utnyttjar vindkraft i en tredje del av huset så då kan det ju löna sig att fundera över hur man har husets faser grupperade så att man har detta kraftverk kopplad till den fas som är jämnast belastad. Har man ju både vind- och solcells kraftverk så kopplar man ju naturligtvis dessa in på olika faser om inte vindkraftverket är så stort att det är en trefas anläggning. Att rekommendera är därför att göra noggranna energi mätningar i huset fören införskaffning av dessa produkter. Vind mätningar rekommenderas av försäljaren också och helst så att man mäter en längre tid, gärna ett helt år och prövar sig fram på olika höjder för att få en bättre koll över hur stort kraftverk som lämpar sig på den planerade platsen om det alls lönar sig. Platsen är ju som sagt bland med det viktigaste, en försäljare på Kodin vihreä energia Oy berättade att det gjorts jämförelse mätningar med olika kraftverk på olika platser och sa att ett 3,5kW kraftverk ute i Iniö hade producerat ca 6000kWh på ett år när samma kraftverk i Tammerfors bara kom upp i ca 2000kWh per år.

## 10. Min placering av kraftverk

Vi bor på landet och har en stor tomt och både huset och garaget placerade så att ena långsidan är i syd-sydvästlig riktning vilket borde vara ypperligt med tanke på solcells placeringen på taket. Det är också en relativt öppen plats som vinden slipper till och blåsa riktigt hårt, när jag började med detta arbete tänkte jag att det också skulle vara en ypperlig plats för vindkraft, men det är jag inte riktigt säker på mera. Orsaken är att huset och garaget är högst upp på kullen som geografiskt sett inte är så hög som den ser ut och har sen ännu träd som är ännu högre bakom sig. Framför kraftverket är det nog så öppet att jag med en normal hög mast utan problem borde slippa turbulensen som framför liggande objekt kan ge, se bild på sid 8. men för att uppnå rätt höjd för att få de teoretiska måtten rätt med tanke på de bakomliggande objekten kan skapa problem. Så utan ordentliga vindmätningar på olika höjder på en längre tid så lönar det sig nog inte att börja bygga vindkraftverk här och dessa mätningar blir tyvärr inte gjorda i detta arbete eftersom detta är i detta skede en kostnadsfri beräkning av mina möjligheter. På nästa sida kommer en bild av den tänkta placeringen av vindkraftverket. Jag har ju utrymme att gå längre bort från byggnaderna men samtidigt sjunker terrängen hela tiden, så den optimala platsen kan nog säkert bara uppnås av noggranna mätningar.

Bild 6: Den tänkta placeringen för vindkraftverket och solcellerna på ena eller båda taken.



Bild källa (Egna fotografier från gården)

Avståndet till garaget är ca 25m och till huset 35-40m, elmätarcentralen är placerad mellan fönstren vid garaget så inkopplingen till den befintliga utrustningen skulle inte kräva några större konstruktions ändringar. Höjden på masten bör räknas enligt skissen nedan.

Bild 7: Skiss över vindkraftverkets höjd i förhållandet till närliggande byggnader.



Bild källa (Windspots Owner's manual över 1,5 till 3,5kW kraftverk)

Det vill säga att skippar vi träden och räknar med huset som har dryga 6m höjd från marken till åsen, sen går marken ytterligare 2m neråt från huset till den planerade platsen plus 10 meter fri höjd över taket då skulle vi ha en mast höjd på ca 18m och kraftverket skulle måsta vara 36m från huset vilket ju nog skulle vara på gränsen till vad de teoretiska beskrivningarna ger. Men för att också komma över träden så behövs mycket till, därför skulle här nog behövas en grundlig mätning av vinden före ett eventuellt kraftverksbygge. Solceller däremot skulle kunna ge en stor del av den förbrukade energin i synnerhet på sommar halvåret och inte heller kräva lika noggranna beräkningar och lika stora investeringar. Men får man vindkraftverket att fungera kostnadseffektivt så är det nog alternativet jag rekommenderar. Vissa modeller av vindkraftverk svänger också själva efter vinden, då får man ju också ett effektivare slutresultat och riktningen vid byggande behöver inte vara så exakt uträknad, men det medför ju även mera rörliga delar. Att tänka på är också att dessa kraftverk behöver viss service så vid byggnadsskede bör även planeras så att man kommer tryggt och säkert till för att utföra dessa servicearbeten, även detta är enklare med solceller för de har inga rörliga delar vilket gör att de kräver mindre service. Det går också lättare att bygga en säker plattform på taket att röra sig på än vad gäller vindkraftverken. Har man ett relativt litet vindkraftverk kan det löna sig bygga masten så att den går att fälla ner vid service, typ som man gör med en flagg stång. Vid större och högre anläggningar måste man nästan ha en skylift som igen kräver bilväg till kraftverket eller någon typ av stege inne i masten, sen måste vingarna gå att låsa manuellt fast under service arbetet.

## 11. Inkoppling av privata kraftverk

Inkoppling av dessa kraftverk skulle i mitt fall bli så att de är anslutna till det befintliga elnätet och på det viset ge ett energitillskott till vår normala elförbrukning. Det enklaste sättet för detta ses bäst av bilden nedan.

Bild 8: Inkoppling av privat vindkraftverk till befintligt el nät.

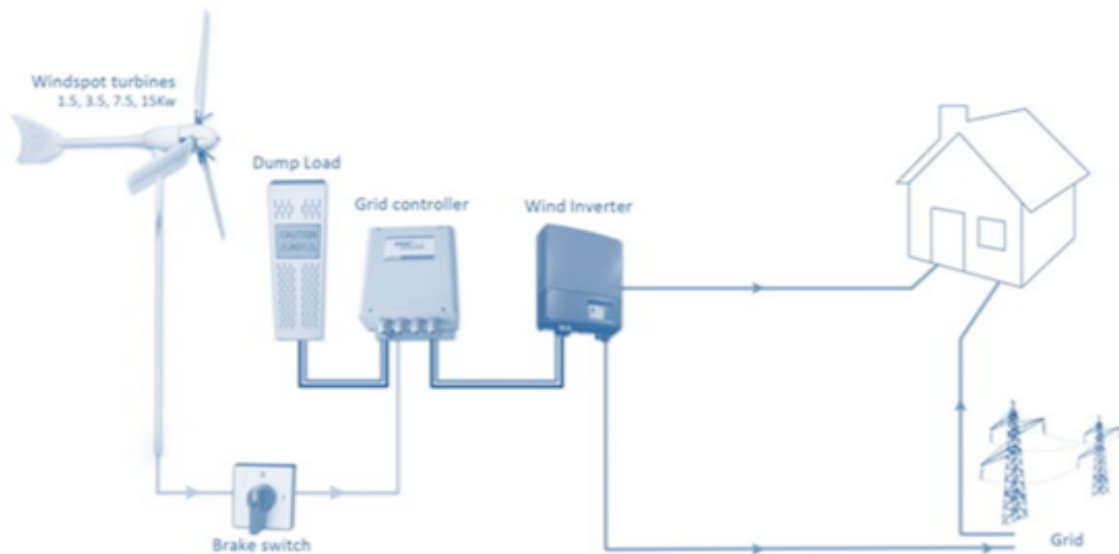


Bild källa (Windspots Owner's manual över 1,5 till 3,5kW kraftverk)

Detta är en bild av den enklaste formen av vindkraftverk inkopplad till det befintliga nätet. Man har ett kraftverk, en manuell huvudbrytare, en spänningskontroller som styr överflödeseffekten till en sorts motstånd (Dump Load på bilden) dit den också styr strömmen vid ett eventuellt strömavbrott på eldistributionslinjen för att säkra linjemontörernas säkerhet vid service arbeten. Sen har man ännu en inverter som sköter om att den producerade spänningen är fas synkroniserad och jämn, med elnätets spänning och säker att koppla fast sig till i huset.

Solceller kräver en motsvarande utrustning som detta och kan därefter kopplas in parallellt till byggnaden.

Utöver detta kan man utvidga systemen på olika sätt beroende på behovet, vill man till exempel ha möjlighet till strömförsörjning vid eventuella strömavbrott så bör man bygga till ett batteri system som är skilt från elnätet. Har man däremot ett för stort kraftverk i förhållande till förbrukningen så kan det löna sig att göra avtal med elbolaget om att sälja överskotts produktionen eller sen använda överskottet att värma bruks vattnet med eller driva något annat som inte behöver konstant ström.

Till detta kan man ännu koppla in olika datorstyrda övervaknings- och mätningssystem för att till exempel hålla koll och följa med effekten av kraftverken och förbrukningen vid olika års- och dygnstider.

## 12 Tekniska detaljer

Den vanligaste typen av privata små vindkraftverk har en tre bladig propeller med horisontell axel rakt till generatoren, när det blåser omvandlar bladen vindens rörelseenergi till att rotera axeln. Den roterande axeln roterar en permanentmagnetgenerator, som gör elektricitet. Den bildar en trefas växelström som förs vidare ner för masten i kablar. Kraftverkets "svans" styr rotorn mot vinden och gir lagret tillåter kraftverket att ändra riktning efter vindens svängningar. Det variabla stigningssystemet begränsar rotorns varvshastighet och generatorns uteffekt vid hårda vindar. Det variabla stigningssystemet (variable pitch) är skyddat av en kon. (Windspots Owner's manual över 1,5 till 3,5kW kraftverk)

Bild 9: Vindkraft generatoren.

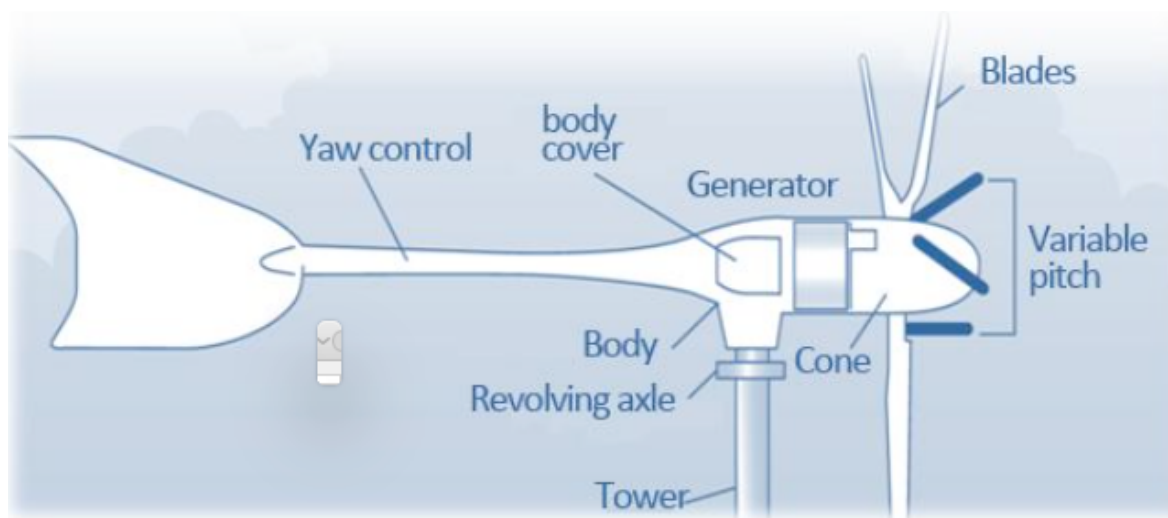


Bild källa (Windspots Owner's manual över 1,5 till 3,5kW kraftverk)

Med detta ser man ju att ett vindkraftverk nog kommer att kräva mera service än vad solceller kräver. En solcell får ju efter monteringen ligga still på sin plats och har heller inte några rörliga delar om man inte installerar solcellerna på en solföljare, i mitt fall skulle solcellerna bli monterade på taket. Solföljaren är sällan motiverad eftersom monteringskostnaderna är mycket högre än vad man vinner på att solcellen följer solen. Dessutom körs dessa solföljare av el. Takmonteringen däremot görs på det befintliga taket, vanligtvis på aluminiumprofiler. Detta arbete kan man göra själv och spara en stor del av monteringskostnaderna, elinkopplingen måste göras av en behörig elektriker och

genomföringen av kablarna i taket lönar det sig att ha en sakkunnig att utföra för att säkra tätheten i taket. Men när allt detta är ordentligt utfört så har man många problemfria år av egen producerad el framför sig. Det som är det svagaste i solcells systemet är inverterarna men dessa har vi ju också i vindkraften.  
(Greenmatch blogg)

En annan aspekt att fundera över är att vid ett vindkraftbygge är det svårt att utvidga effekten utan att riva och bygga allt på nytt. Solceller däremot kan man börja i liten skala och bygga till så mycket som man har rum på taket om det finns behov och nytta av det. Det rekommenderas dessutom i dagens läge att använda sig av flera små inverterar i stället för en stor för att minska på de stora kostnaderna när dessa går sönder.

### 13. Vindmätningar

Statistik över vindmätningar är inte så lätt att komma över när det i detta arbete inte utförs egna mätningar. Jag fick ändå ta del av en rapport som Tammerfors stad har låtit utföra i stadsdelen Vuores från September 2011 till December 2012 för att kunna utvärdera lönsamheten av små privata vindkraftverk i detta område. Testet gjordes i två etapper var den första beräknades matematiskt av Tuulitalo Oy med hjälp av Meteorologiska institutets vindatlas, här beräknades vindförhållandena på 30 meters höjd. De här beräkningarna finns rapporterade i Pientuulivoimaa Vuorekseen.

För att få en fördjupande rapport av vinden på lägre höjd en 30 meter där byggnader, höga träd och varierande terräng gör så stor inverkan på vindens beteende påbörjades vindmätningar på tre olika platser i Vuores. Höjden på mätningens masterna var 16 - 18 meter vilket motsvarar den lägsta höjden för vad ett privat vindkraftverk borde installeras på. Mätningens platserna var placerade på toppen av kullar vilket medför att vindförhållandena lägre ner vid bostads områdena inte är fullt lika bra.

Vind mätningarna visade att medel hastigheten för vinden var 2,4 - 2,7 m/s. Vid uppföljning av vindhastigheten under 2000-talet kan man konstatera att åren 2010 - 2012 har haft en aningen lägre vind hastighet en medeltalet så normalt kan resultatet vara aningen bättre än detta resultat. Vindens medelhastighet per månad varierar ganska lite och kan ses i tabellen på nästa sida

Ett vindkraftverk med en nominell effekt på 1,5 kW och en vingdiameter på 4 m skulle i dessa förhållanden ge cirka 1500 kWh el per år. Däremot skulle ett betydligt större kraftverk på 11 kW med vingdiameter på 13 m kunna producera 12000 kWh på samma plats. (Vuores tuulimittaukset 2012)

De uppmätta vindhastigheternas medeltal per månad vid mätningarna i Vuores.

Månad	Medel vindhastighet m/s
10-2011	2,9
11-2011	2,7
12-2011	3,5
01-2012	1,7
02-2012	2,8
03-2012	2,7
04-2012	2,8
05-2012	3,0
06-2012	2,4
07-2012	2,7
08-2012	2,0
09-2012	3,0
10-2012	2,4
11-2012	2,7
12-2012	2,2

(Vuores tuulimittaukset 2012)

Bild 10: Vindros

Vindrosen visar vindens riktningfördelning. Vinden blåser i huvudsak från den nordostliga och sydligt formade sektorn.

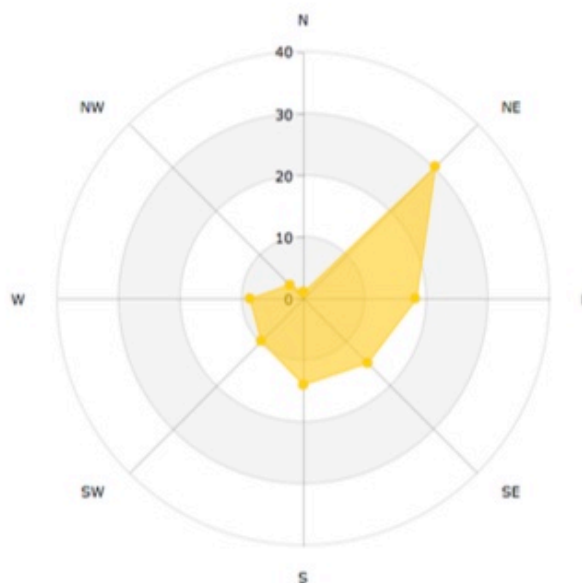


Bild källa (Vuores tuulimittaus - loppuraportti (16-3-2014))



## 14. Vindhastighetens inverkan på vindkraftverkets effekt

Vindens effekt är proportionell mot vindens hastighet upphöjt till tre. Om man vid en vindhastighet på 3 m/s tänker att effekt mängden är 27 enheter så har vi vid en hastighet på 5 m/s 125 enheter, alltså vid en fördubbling av vindhastigheten ökar effekten åtta gånger. Med dessa siffror ser vi att vid högre vindhastighet har vi mycket mera effekt att vinna ur vinden (se sid 3). Detta förklarar varför det är så viktigt att placera vindkraftverk där det blåser bra.

(Vuores tuulimittaukset 2012)

Fast höga vindhastigheter skulle vara mera sällsynta än låga vindhastigheter så måste deras inverkan beaktas vid beräkningen av vindkraftverkets produktivitet. Med vindens fördelning och vindkraftverkets effektkurva kan man beräkna hur mycket ett vindkraftverk producerar. Beräkningarna görs genom att turvíst ta varje intervalls medelvärde och beräkna hur många timmar per år ifrågavarande hastighet är aktuell. Genom att multiplicera detta värde med effekten som fås från kraftverket vid i fråga varande hastighet, summan av dessa fördelningar blir den uppskattade effektiviteten i vindkraftverket.

(Vuores tuulimittaukset 2012)

Med användning av dessa beräkningar räknades det ut vad årsproduktionen på ett Windspot 1,5 kW kraftverk med en vingspann på 4 meter som är planerat för egnahems hus på en höjd av 18 meter skulle producera vid en av mätningplatserna i Vuores. Med dessa beräkningar fick man en beräknad års produktion på 1300kWh med detta kraftverk. För att vindrelations indexet för 2012 var 90% av medelvärdet så kan man räkna med en lite högre års produktion på detta stället vid normala år. Dessa värden är riktgivande men bör vara i linje med vad motsvarande kraftverk producerar på detta ställe.

(Vuores tuulimittaukset 2012)

Av nästa sidas bild går det att avläsa Windspots kraftverkets effektivitet i förhållande till vindens olika hastigheter. Den blå balken visar vindens mängd och den röda den här vindens producerade energidel av hela årsproduktionen. Fast kraftverket börjar producera vid en vind på 3 m/s, så är detta så lite energi att det förblir obemärkt med tanke på års produktionen. Den riktiga produktionen börjar först på vindhastigheter över 5 m/s.

Bild 11: Windspot 1,5 kW vindkraftverkets års produktion delad på olika vind hastigheter.

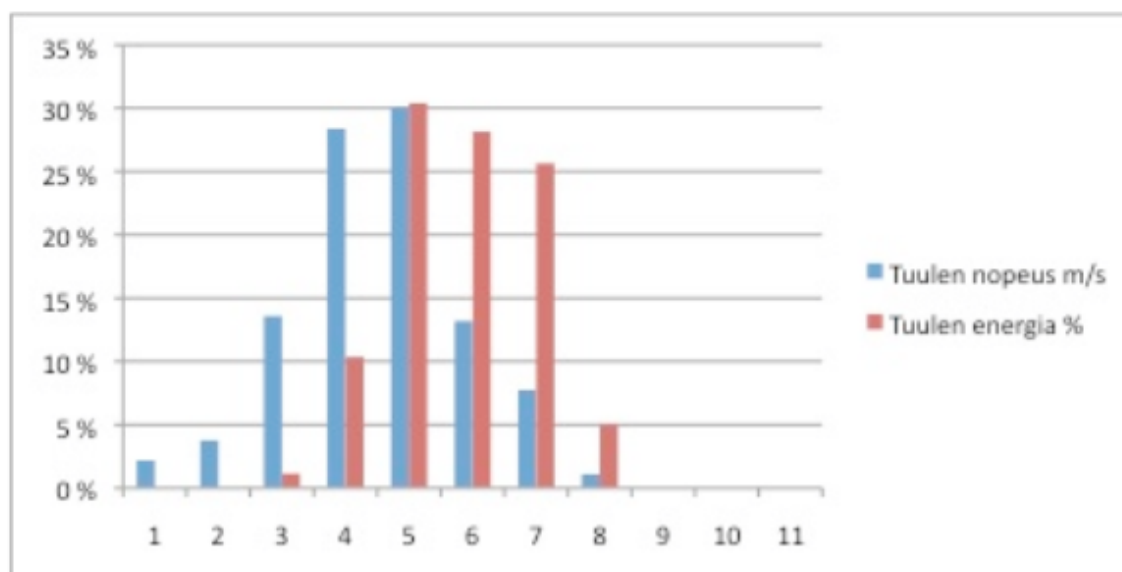


Bild källa (Vuores tuulimittaus - loppuraportti (16-3-2014))

## 15. Solcellsmätningar

Sökte länge någon sort av statistik eller mätningar på solceller och hittade till sist sidan <https://www.sunnyportal.com/Templates/PublicPagesPlantList.aspx> som har ganska mycket olika mätningar på olika stora solcellssystem. Hittade ett system från Esbo med en 2,940 kWp effekt vilket skulle fysiskt passa upp på vårt tak, denna anläggning har dock en lägre lutning än vad vårt tak har men tror ändå att det ger ganska bra riktgivande statistik för mig.

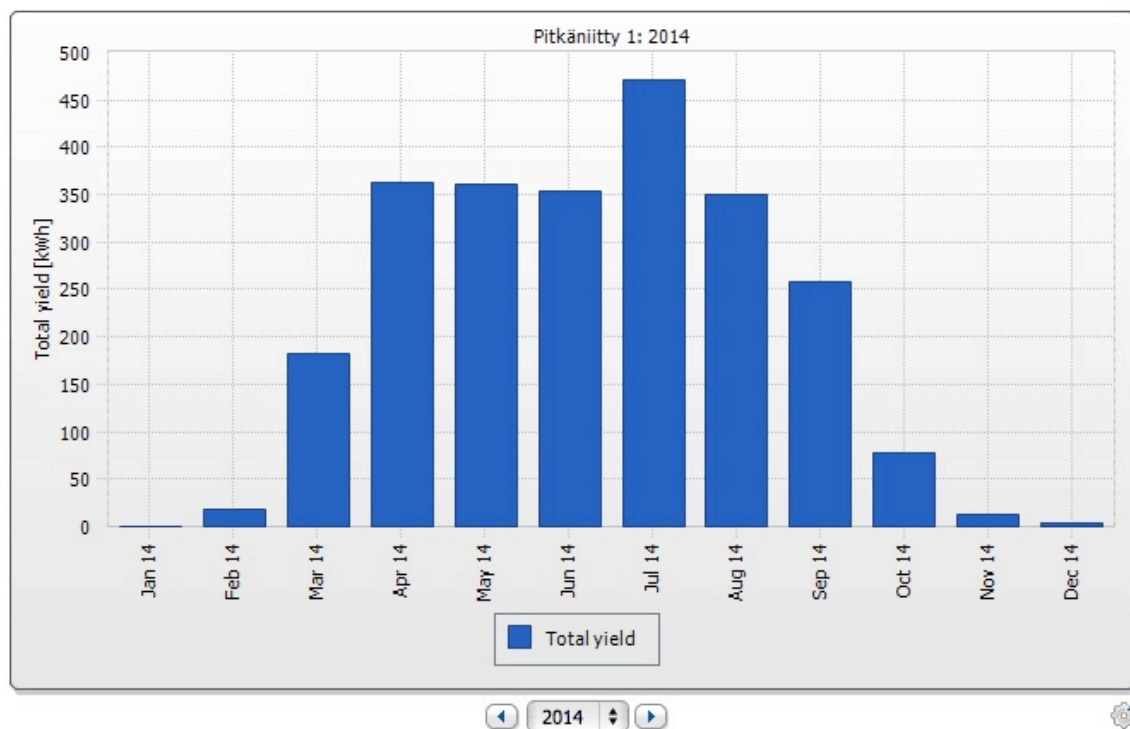
*(kWp = kilowatt peak vilket är den högsta utgångs effekten för en solcell under full sol strålning vid fasta standard test förutsättningar.)*

(Solar is future)

Sökte även upp pris på denna anläggning, solcellerna var av märket / typen Heckert Solar AG NeMo P210 och invertern var en Sunny Tripower 5000TL-20. Det användes 14 st solpaneler a 203,75€ (PVshop) vilket ger en total kostnad för solceller 2852,50€. Invertern hade ett pris a 1663,05€ (Photovoltaik Shop), där till kommer ju montering, kablar och fästen för panelerna. Dessa priser var i Tyskland men det är knappast så mycket skillnad på prisen här och är det så kan man handla från Tyskland. Har nu inga exakta kostnader på resten av de behövliga delarna men skulle tro att ett total pris stiger till 5000€ och uppåt beroende på hur mycket man kan göra själv.

Denna anläggning gav under år 2014 nästan 2500 kWh vilket kan ses i kWh/månad i diagrammet nedan.

Bild 12: Energi produktion per månad år 2014 med solpanelerna från föregående sida



	Pitkäniitty 1 Total yield Meter change [kWh]
Jan 14	0.751
Feb 14	17.266
Mar 14	182.387
Apr 14	363.292
May 14	360.247
Jun 14	352.997
Jul 14	470.577
Aug 14	349.732
Sep 14	258.702
Oct 14	77.578
Nov 14	12.258
Dec 14	3.714

Bild källa (Sunny portal)

## 16. Kommer vi att klara oss med bara vind- och solkraft

Denna återvinningsbara energi kommer sannolikt att utvecklas mycket inom de närmaste åren, det kommer säkert också att bli både billigare och effektivare. Men tack vare att båda dessa, vind- och solkraft är sådana att de inte finns till förfogande hela tiden så kommer vi nog aldrig att klara oss enbart med dessa typer av kraftverk. Har man både ett vindkraftverk och solceller på taket så kommer man ju nog ganska långt, för ofta blåser det mera sådana dagar som solen inte skiner så starkt, men det kommer ändå lugna mörka nätter emot och då kommer det alltid att behövas en kompletterande energi källa. I sommarstugor ute i skärgården som saknar fasta el förbindelser så kan man klara sig ganska långt med dessa och ett tillbyggt batterisystem för att upprätthålla energibehovet då när det är lugnt och mörkt. Men för året runt bostäder fungerar nog inte detta.

## 17. Vad kostar detta?

Som jag redan konstaterade på sid 20 så kommer en solcells anläggning att kosta som minst ca 5000€ inklusive material, men då bygger man nog det mesta själv.

Vindkraftverken blir mycket dyrare, eller det finns små billiga versioner tänkta för att till exempel ladda båt batterier och dylikt men skall man ha ett vindkraftverk som faktiskt ger något till ett egnahemshus bör det nog vara minst 1,5kW. Men vill man ha ett trefas kraftverk så kommer man nästan upp i 3,5kW effekt och uppåt. Det lönar sig dock inte alltid med ett större och dyrare kraftverk, enligt Windspots försäljnings broschyr så är 1,5kW kraftverket lika effektivt som 3,5kW kraftverket vid låga och ända upp till 7 m/s vindhastigheter. Det vill säga att bor man på en plats där det ofta blåser men sällan hårda vindar så kan ett mindre kraftverk vara kostnadseffektivare än ett större.

Priserna på dessa två 1,5kW respektive 3,5kW kraftverk är 8900€ och 11900€.

I detta pris ingår.

- Vindkraftverket
- Styranordningen (likriktaren) och bromsmotstånd
- Inverter för inkoppling till det befintliga el nätet (2kW för det mindre och 3,6kW för det större)
- Säkerhetsbrytare  
(Kodin Energia)

Andra tillverkare har motsvarande priser. Till detta tillkommer ännu masten som kan variera mycket i pris beroende på höjden, grunden för masten och sen måste det grävas både för kablar och grunden. Till detta kommer ännu installationsarbeten och material som kablar, skydds rör mm. och alla lov som krävs.

Eftersom detta arbete inte innehåller något riktigt bygge av kraftverk utan bara teoretisk genomgång så kan jag inte komma med några exakta prisuppgifter men en uppskattning efter mina studier på internet om olika kraftverk och byggen är att man inte skall börja fundera på en sån här anläggning utan en budget på minst 20000€.

Med dessa kostnader framför sig kan man ju fundera varför någon människa skulle bygga ett vindkraftverk när ett lika stort solcells kraftverk är mycket billigare i införskaffning och kräver även mindre underhåll. Nå detta kan ju stämma riktigt bra på vissa ställen och så är säkert dessa priser en stor orsak till att solcellerna är populärare än vindkraftverken. Men vindkraftverken ger en mycket jämnare energitillförsel på årsnivå än vad solen ger. Det är ju också på vintern vi behöver mera energi här i detta land, som också talar för vindkraften som ett tilläggsalternativ till den fasta eltillförseln. Platsen är nog ganska långt den avgörande delen i vad som lönar sig bättre, bor man på en lugn solig plats så kan man ju nästan få all el gratis på sommar halvåret med solceller men bor man ute i skärgården som jag redan skrev på sidan 12 så gav ett 3,5 kW vindkraftverk nästan 6000 kwh på ett år vilket i mitt fall skulle vara nästan halva årsförbrukningen.

## 18. Billigare alternativ

Vill man prova på alternativa strömkällor och kanske spara in lite pengar i mindre skala så finns det ju nog i dag ganska mycket alternativ ute på marknaden. Ett som jag själv tycker låter ganska lockande är Ultimate markets sol & batteri drivna luftvärme pump som man idag kan få från dryga 1800€ beroende på utrustningen.

Bild 13: Reklam bild för Ultimate 13 Solar 3D Inverter



Bild källa (Ultimatemarket Lämpöppumpmarkkinat )

Denna värmepump kan man själv installera, lite hjälp kan behövas av en elektriker med den fasta elinkopplingen. Denna anläggning kräver inga lov och extra säkerhetsanordningar för den matar inte el till det befintliga nätet. Värmepumpen går att använda både till värmning och till kylning, kylningen är det man i stort sätt kan få gratis på sommaren på det här viset. Luftvärmepumpen använder i förstahand el direkt från solcellen, sen från batteriet och till sist om det behövs från eluttaget. Enligt Ultimat markets reklamtext skulle användningen av en sådan här pump till både värme och kylning kosta under 50€ i året med en solcell, det går att utvidga upp till tre solceller och mera batterier om så önskas.

(Ultimatemarket Solar 3D inverter)

En annan intressant artikel jag läste för några år sedan var att bygga luftsolfångare av ölburkar, det här bygget kan ju ta lite tid att spara burkar men kan säkert fungera riktigt bra som extra värme i något garage, källare eller dylikt där temperaturen inte är så noga. Detta fungerar enligt bilden på nästa sida och en fullständig beskrivning över byggandet och kostnaderna finns på denna sida: <http://www.brunzell.com/projekt/solfangare/index.htm>

Här har han provat sig fram till olika fläktalternativ för att nå maximala nyttan av värmen i luftflödet. Jag såg dock en annan lösning på detta vilket är orsaken till att jag tar upp projektet här, om man skaffar en billig liten solcells panel på ca 15W, kostar ca 25€ och två små 12V fläktar, kostar också ca 25€ som drivs direkt av solcellen då får man ett luft flöde som är direkt proportionellt till solens ljus. Med andra ord när solen lyser starkt ger den mycket värme till luftsolfångarsystemet och solcellen ser till att fläktarna surrar för fullt medan en mindre solig dag gör att fläktarna inte går så hårt och medför att luften ändå hinner värmas fören den kommer in i byggnaden.

(Pris uppgifter hämtade från: Aurinkopaneelikauppa)

Dessa luftsolfångare går också att köpa som färdiga paneler men då blir ju priset annat och så försvinner ju bygg- och uppfinnarglädjen i det hela.

Bild 14: Principskiss för luftsolångare

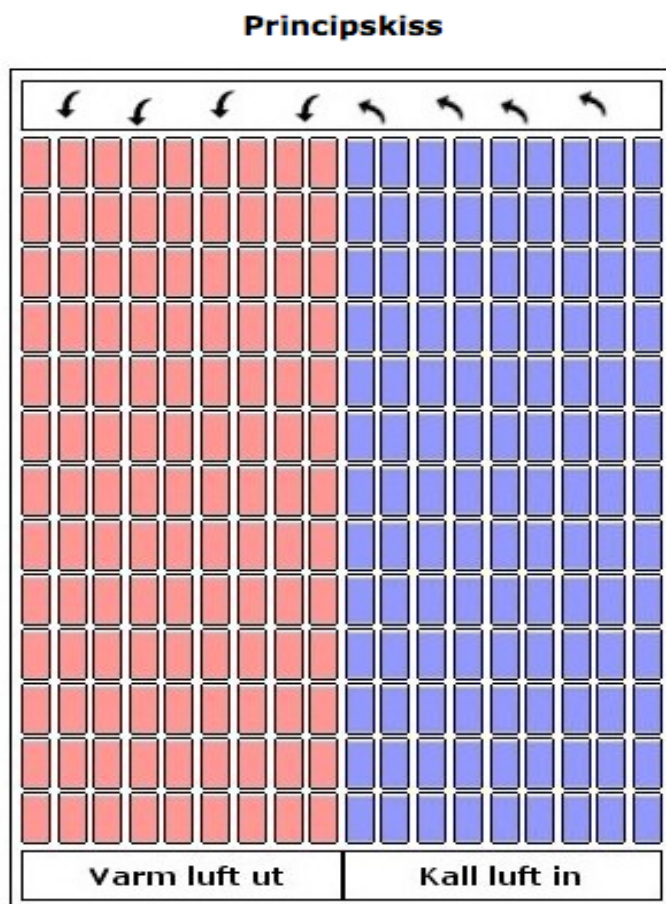


Bild källa (Bygga luftsolångare av ölburkar)

Bild 15: Luftsolångare monterad på vägg av Kåre Brunzell

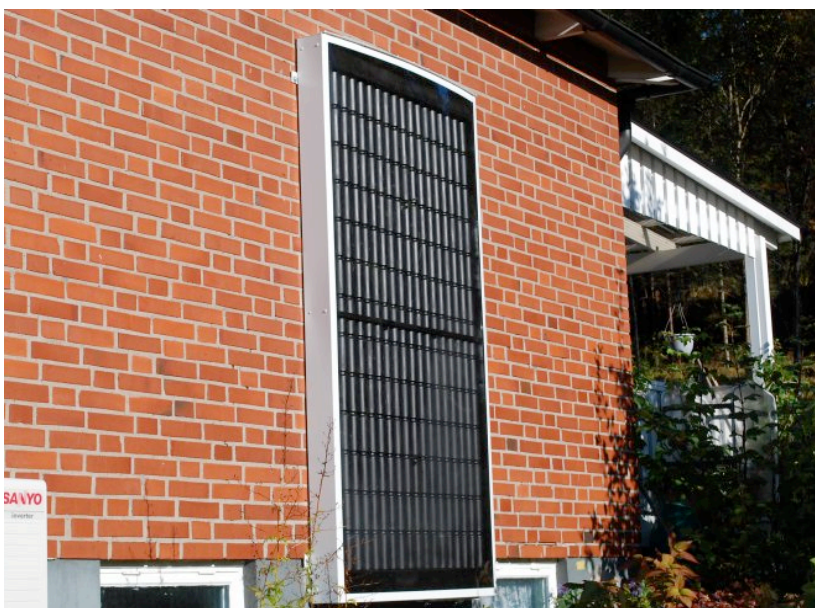


Bild källa (Bygga luftsolångare av ölburkar)

## 16. Slutord

Detta arbete ha nog gett många funderare åt mig angående förnybara energikällor. Ganska fort konstaterade jag dock att ett självförsörjande hus får man aldrig med användning av enbart sol och vind kraft. Dessa kraftverk är säkert helt bra om man själv vill vinna lite naturvänlig energi och i något skede börjar de ju hämta en viss besparing, skulle jag ha överlops pengar så kunde nog ett vindkraftverk eller solceller vara en bra investering som med tiden skulle bli en besparing. Har man dock inte pengarna, det vill säga att man måste låna pengar för att bygga ett eget kraftverk så ser jag nog ingen ekonomi i det längre för jag tror att de skulle gå sönder före de ha betalat in sig.

I framtiden kommer det säkert både billigare och kostnads effektivare kraftverk ut på marknaden, såg redan här om dagen en artikel om genomskinliga solceller vilket ju i praktiken betyder att alla fönster i en byggnad skulle kunna hämta el till huset. Dessa var ännu under testning men som jag sa så kommer framtiden att föra med sig mycket intressanta nya grejer för återvinning av energi.

Kanske jag ännu en dag investerar i någon typ av eget privat kraftverk, men i dagens läge är det nog inte aktuellt på grund av de ännu så höga investerings priserna samt lång avbetalnings tid. Sen har jag inte heller pengarna som behövs vilket ju betyder att ett kraftverksbygge skulle medföra nya lån med räntor och amorteringar som också skall betalas bort.

Hoppas detta arbete skall ge inspiration åt andra att fundera på grönare energi former och att människor faktiskt börjar tänka mera i dessa banor för i dagens läge producerar vi människor allt för mycket skräp och avgaser. Men som med allt annat så är det ju pengar och makt som styr det mesta i vår värld, men då kan vi vanliga människor ändå dra vårt strå till stacken med dessa små privata kraftverk.



## Källförteckning:

E.ON Vindkraftens historia

<http://www.eon.se/om-eon/Om-energi/Energikallor/Historia/Vindkraftens-historia/>

Hämtad November 2014

Wikipedia Vindkraft

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Vindkraft>

Hämtad December 2014

Wikipedia Vindkraftens historia

[http://sv.wikipedia.org/wiki/Vindkraftens\\_historia](http://sv.wikipedia.org/wiki/Vindkraftens_historia)

Hämtad December 2014

Vindkraftföreningen rf

[http://www.vindkraft.fi/~medvind/public/index.php?cmd=smarty&id=1\\_lse](http://www.vindkraft.fi/~medvind/public/index.php?cmd=smarty&id=1_lse)

Hämtad December 2014

Solbutiken solcellens historia

<http://solbutiken.se/solcellens-historia>

Hämtad December 2014

Svensk solenergi solcellens funktion

<http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/Solel/solcellens-funktion>

Hämtad December 2014

Windspots Owner's manual över 1,5 till 3,5kW kraftverk

Greenmatch blogg

<http://www.greenmatch.se/blogg/2014/08/vad-aer-kostnaden-foer-installation-av-solceller>

Hämtad Januari 2015

Vuores tuulimittaukset 2012

Solar is future

<http://www.solar-is-future.com/faq-glossary/faq/photovoltaic-technology-and-how-it-works/what-does-kilowatt-peak-kwp-actually-mean/>

Hämtad Februari 2015

Photovoltaik Shop

<http://www.photovoltaik-shop.com/sma-wechselrichter-sunny-tripower-5000tl-20.html>

Hämtad Mars 2015

PVshop.eu

<http://pvshop.eu/Heckert-Solar-NeMo-P-220W-Poly-Black-PV-Solar-Panel.html>

Hämtad Mars 2015

Kodin Energia

<http://www.kodinenergia.com/windspot-tuulivoimalat>

Hämtad Mars 2015

Ultimatemarket Solar 3D inverter

<http://www.ultimatemarket.com/PublishedService?file=page&pageID=9&itemcode=solar13inverter>

Hämtad Mars 2015

Aurinkopaneelikauppa

[http://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi\\_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/%22VKA015%20410x350x25%22](http://www.aurinkopaneelikauppa.fi/epages/aurinkopaneelikauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/20120903-11092-142553-1/Products/%22VKA015%20410x350x25%22)

Hämtad Mars 2015

## **Bild källor:**

Bild 1: Ingemar Olofssons Vindkraftsidor

<http://www.acc.umu.se/~ingemar/placering.shtml>

Hämtad Januari 2015

Bild 2: Vindkraftföreningen rf skiss över luft strömmar

[http://www.vindkraft.fi/~medvind/public/index.php?cmd=image&id=74\\_lse](http://www.vindkraft.fi/~medvind/public/index.php?cmd=image&id=74_lse)

Hämtad December 2014

Bild 3: Chalmers Tekniska högskolas information om solceller

<http://home.swipnet.se/~w-74877/solceller/solceller.htm>

Hämtad December 2014

Bild 4: Home Power Magazine

Bild 5: Caruna, Mitä sinun tarvitsee tietää mikrotuotannosta

[https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-](https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/web_651031_caruna_pientuotantoosite_441x210mm_a51.pdf?cufRsM8yEbeqc.qR8YYPbUTcliEr8ECy)

[1.amazonaws.com/web\\_651031\\_caruna\\_pientuotantoosite\\_441x210mm\\_a51.pdf?cufRsM8yEbeqc.qR8YYPbUTcliEr8ECy](https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/web_651031_caruna_pientuotantoosite_441x210mm_a51.pdf?cufRsM8yEbeqc.qR8YYPbUTcliEr8ECy)

Hämtad Januari 2015

Bild 6: Egna fotografier från gården

Bild 7: Windspots Owner's manual över 1,5 till 3,5kW kraftverk

Bild 8: Windspots Owner's manual över 1,5 till 3,5kW kraftverk

Bild 9: Windspots Owner's manual över 1,5 till 3,5kW kraftverk

Bild 10: Vuores tuulimitaus - loppuraportti (16-3-2014)

Bild 11: Vuores tuulimitaus - loppuraportti (16-3-2014)

Bild 12: Sunny portal

<https://www.sunnyportal.com/Templates/PublicPageOverview.aspx?page=7f67abf7-19e4-4c94-aa6f-d0bb35edd3f2&plant=fb9c79a2-83e5-4d50-bf6a-6408a01a4efd&splang=en-US>

Hämtad Mars 2015

Bild 13: Ultimatemarket Lämpöpumppumarkkinat

<http://www.ultimatemarket.com/PublishedService?file=page&pageID=3&action=view&groupID=1666>

Hämtad Mars 2015

Bild 15: Bygga luftsolångare av ölburkar

<http://www.brunzell.com/projekt/solångare/index.htm>

Hämtad Mars 2015

Bild 16: Bygga luftsolångare av ölburkar

<http://www.brunzell.com/projekt/solångare/index.htm>

Hämtad Mars 2015