

Vindkraft i Finland och dess framtid

Jesse Paulaharju

EXAMENSARBETE	
Yrkeshögskolan Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade energisystem
Identifikationsnummer:	6592
Författare:	Jesse Paulaharju
Arbetets namn:	Vindkraft i Finland och dess framtid
Handledare (Arcada):	Kim Skön, DI
Experthandledare (Arcada):	Harri Anukka, Ing.
Uppdragsgivare:	Arcada, Institutionen för energi- och materialteknik
<p>Sammandrag:</p> <p>Hållbar teknologiutveckling samt förnybara energikällor såsom vindkraft borde vara ett viktigt val för alla människor. Annars kan det gå så att man förstör hela världen med att konsumera sådan typ av energi som produceras med till exempel kol. Kol förorsakar koldioxid som utsläpp. Det är viktigt att göra miljövänliga val som konsument i dag och i framtiden. Syftet med detta arbete var att kartlägga vindkraftens nuläge och framtid i Finland som en i framtiden betydande energiproduktionsmetod. Arbetet grundar sig på en mängd material kring ämnet som finns på nätet. Detta innebär artiklar, nyheter, webbsidor och infoblad. Ett mål för arbetet var att presentera vindkraftverk samt deras teori. I arbetet beskrivs var vindkraftverk finns i Finland och hur deras byggande kan statligt stödas. Vindkraftverk har också en ekonomisk och ekologisk betydelse för kommunerna och kommunens invånare och konsumenterna. Vindkraftsindustrin sysselsätter många personer. Enligt statistiken beräknas vindkraftverk sysselsätta tiotals tusen personer under deras livstid i Finland. Därför kan man påstå att branschen har en stor betydelse i det finska samhället. Till slut uppmanas finska folket att göra det bästa valet och köpa energi och el som är producerad med vindkraft. Det är ett miljöval.</p>	
Nyckelord:	vindkraftverk, förnybar energi, statsstöd, havsvindkraftverk, vindatlas
Sidantal:	39
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	29.5.2020

DEGREE THESIS	
Arcada University of Applied Sciences	
Degree Programme:	Distribuerade energisystem
Identification number:	6592
Author:	Jesse Paulaharju
Title:	Vindkraft i Finland och dess framtid
Supervisor (Arcada):	Kim Skön, M.Sc.
Expert supervisor (Arcada):	Harri Anukka, B.Sc.
Commissioned by:	Arcada, Programme in energy and materials technology
<p>Abstract:</p> <p>Sustainable technology and forms of renewable energy like wind power, should be on the top of people's dome. Otherwise, the world will collapse, unless we start changing out the fossil fuels such as burning coal. Coal cause carbon dioxide emissions. It is important to do environmental choices as consumers today and in the future. The thesis subject was to study wind power today and in the future in Finland as a considerable energy production method of the future. Subject data and material are based on what was found on the internet. That was articles, news, web pages and information pages. The goal was to present wind power plants and wind power theory. This thesis presents the locations of wind power plants in Finland and how their building is supported by the state. Wind power has also an economic and ecological significance for municipalities and their inhabitants as well for the consumers. The wind power industry employs many persons. According to the statistics, Finnish wind power plants employs during their lifetime tens of thousands of people. Therefore, it can be told that this branch has a huge significance to the Finnish society. At the end of the thesis, Finnish citizens are encouraged to make the best choice by buying energy and electricity provided by wind power. It is an environmental choice to do.</p>	
Keywords:	wind power plants, renewable energy, governmental aid, seaside wind power plants, wind atlas
Number of pages:	39
Language:	Swedish
Date of acceptance:	29.5.2020

FÖRORD

Detta examensarbets ämne föreslogs av Yrkeshögskolan Arcada och dess institution för energi- och materialteknik. Syftet med arbetet var att kartlägga vindkraftens situation i Finland med hjälp av det material som fanns till förfogande. Finlands energipolitik härstammar delvis från EU, dess direktiv och stadgar och delvis av landets egna intressen. Allt detta har förorsakat en ökning av vindkraftverksprojekt i landet samt förändringen i den finska el- och energiproduktionen. Lagstiftandet och direktiv är inte den enda orsaken som pressar energiproduktionen mot förnybara källor, utan konsumenterna har också en stor roll. Med att välja el som är producerat på ett koldioxidneutralt sätt, kommer förnybar energiproduktion och antalet vindkraftverksprojekt ännu att öka i framtiden.

Jag vill tacka Yrkeshögskolan Arcada för ämnet, handledaren Kim Skön samt granskaren Kim Rancken. Tack till alla som hjälpt mig under processen och min familj som hållit mig igång.

Helsingfors, 24.5.2020

Jesse Paulaharju

INNEHÅLL

SAMMANDRAG.....	2
ABSTRACT.....	3
FÖRORD	4
BILDER	6
TABELL	6
INLEDNING.....	7
1 VINDEN SOM ENERGIKÄLLA	8
1.1 Vindens uppkomst.....	8
1.2 Vindens omvandling till vindkraft.....	10
2 VINDKRAFT SOM EN DEL AV ENERGIPRODUKTIONEN	12
2.1 Vindkraftens historia	12
2.2 Energiproduktionsmetoderna i Finland.....	14
2.3 Vindkraftverkskonstruktioner	17
2.3.1 Vindkraftverk med eller utan växellåda	19
2.4 Vindkraftverkens placering i Finland	21
3 VINDKRAFTENS MILJÖ- OCH SAMHÄLLSPÅVERKAN.....	24
3.1 Störningar i närområdet.....	25
3.2 Vindkraftverkens sysselsättningseffekt	25
4 HAVSVINDKRAFT ETT BRA ALTERNATIV	27
5 VINDKRAFTSSTRÖDPOLITIK	28
5.1 Statsstöd för vindkraftsprojekt	28
5.2 Investering utan statsstöd	29
5.3 Placeringar via fonder i vindkraftverk	30
6 VINDATLAS –PROJEKTET	32
7 PRODUKTION och KONSUMTION	34
8 VINDKRAFT I FRAMTIDEN	35
9 DISKUSSION	36
Källor	37

BILDER

Bild 1. Jordklotet 2019. Paikkaoppi. s. 9

Bild 2. Vindens uppkomst S. 10

Bild 3. En gammal vindkvarn på toppen av Holmsklinten, i Vårdö. Åland 2016. J. Hokkanen. s.13

Bild 4. Förbrukning av energikällor inom el- och värmeproduktionen 2000 – 2018. Statistikcentralen. 2019. s. 14

Bild 5. Typiskt horisontellt roterande vindkraftverk. Radiofishka.in.ua. 2019. s. 17

Bild 6. Trebladigt vindkraftverk. (Tuulivoimalan osat, Motiva). 2018. s. 18

Bild 7. Vindturbin typer och design. Radiofishka.in.ua. 2020. s. 19

Bild 8. Små vertikalt roterande vindturbiner, ”model helical savonius”. Pinterest.com. 2020. s. 19

Bild 9. Förenklad version av turbin med växellåda. Wizelius. 2007. s. 20

Bild 10. Förenklad bild av vindturbin utan växellåda. Wizelius. 2007. s. 20

Bild 11. Antalet vindkraftverk landskapsvis. Svenska Yle. Tuulivoimayhdistys. 2019. s. 22

Bild 12. Havsvindkraftsparken i Tahkoluoto. Källa: Hyötytuuli.fi. s. 27

Bild 13. Marknadsfördelning på olika investeringar i vindkraftsfonder. Sijoitustieto. 2016 - 2017. s. 31

Bild 14. Fördelningen av vindens medelhastighet (m/s) på 100 meters höjd med 2,5 x 2,5 kvadratkilometers noggrannhet. Noggrannare kartor i avsnittet Vindens medelhastighetskartor samt i kartanslutningen. Tuuliatlas.fi. 2019. s. 33

TABELL

Tabell 1. El- och energiförbrukning i EU-länder. Statistikcentralen. 2019. s. 15

INLEDNING

Rubriken för slutarbetet grundar sig på personliga intressen för förnybar energi och dagens samt framtidens möjligheter att göra ett gott val. Arbetet baserar sig på artiklar, statistik, nyheter samt annat skriftligt material som för det mesta finns på nätet.

Arbetet är begränsat till Finland och har en synvinkel till EU eftersom Finland är en EU-medlemsstat. EU-direktiven och andra stadgar styr kraftigt den finska energipolitiken.

Arbetet innehåller olika begrepp inom energibranschen såsom vindkraftverk, kraftvärme, reglerkraft, förnybar energi, havsvindkraft, statsstöd och PPA. PPA är en förkortning av orden "Power Purchase Agreement". Det är ett avtal mellan producenten och konsumenten som innebär att den el mängden som köps och priset för el hålls konstant för en viss tid. Vindkraftverk är mekaniska maskiner som omvandlar vindens rörelseenergi eller kinetisk energi genom att rotera en friströmsturbin, som driver en generator som producerar el. Kraftvärme är en energieffektiv produktionsform där bränslets energiinnehåll omvandlas till el och värme. Reglerkraft är en sådan elproduktion som snabbt kan starta och jämna ut variationer i förbrukning och produktion. Förnybar energi är energikällor som kontinuerligt förnyas och kommer inte därför att ta slut i framtiden. Havsvindkraft är vindkraft som är placerade ute till havs nära kusten. Statsstöd beviljas av miljöministeriet för investeringar i olika energikällor såsom t.ex. vindkraft.

Arbetets struktur är följande: först förklaras teori, därefter behandlas Finlands energiproduktion samt placering av vindkraftverk. Vindkraftverkens miljö- och samhällspåverkan utreds i kapitel 3. I kapitel 4 behandlas vindkraftverk till havs. Vindkraftsinvesteringarna och stöd behandlas i kapitel 5. Vindatlas-projektet utreds i kapitel 6. Elbranschens förbrukning samt konsumentpriser för el beskrivs i kapitel 7. Vindkraftens framtid i kapitel 8 och diskussionen i kapitel 9 avslutar arbetet.

1 VINDEN SOM ENERGIKÄLLA

Solen skapar hela tiden massor med energi. Av den solenergi som når jordytan omvandlas 1-3 % till vindenergi. Den rörelse som vinden skapar omvandlas till rotationsrörelse och vidare till el i en generator. Luften är molekyler som rör sig i luften. Vindkraftverkets rotorblad ändrar dessa molekylers rörelseenergi till rotationsenergi. Rotorbladen driver en generator via en axel och där omvandlas rotationsenergin till elenergi. (Klimatguiden.fi, 2019)

1.1 Vindens uppkomst

Då luften rör på sig i alla riktningar som en följd av luftens temperaturskillnader och tryck (Klimatguiden.fi, 2019). Luftriktningarna kan vara horisontella, vertikala eller turbulenta. Trycket igen varierar från högt tryck till lågt tryck. Vindens styrka bestäms av skillnaden i lufttryck.

Atmosfärens temperaturskillnader beror på att vår jord är klotformad och att solstrålarna träffar jordytan i olika vinklar. Jordklotet roterar runt sin egen axel och därför varierar strålningen på en given geografisk plats under dygnet. Luftens rörelse är anknuten till jordens temperaturförändringar. Jordklotet delas upp i längdgrader (longituder) som sträcker sig mellan polerna, och breddgrader (latituder) som är parallella med ekvatorn (se bild 1). (Vindkraften.se, 2019)

Solen värmer alltså jordens yta ojämnt och därför uppstår det tryckskillnader. Då uppstår det vindar. Strålningsvinkeln och mottagningsytan minskar vid det norra halvklotet. Ju mera norrut man rör sig desto mera växer vinkeln, och på detta vis sprids samma mängd solljus över en större yta. Då har solstrålarna en längre väg genom atmosfären.

Atmosfären kan ha högtryck och lågtryck. Dessa bildas då luftmassorna har olika temperaturer i olika områden. När dessa massor rör på sig från högtrycksområden till lågtrycksområden bildas vindar. Det blåser hårdare ju större tryckskillnaden är. (Vindkraften.se, 2019)

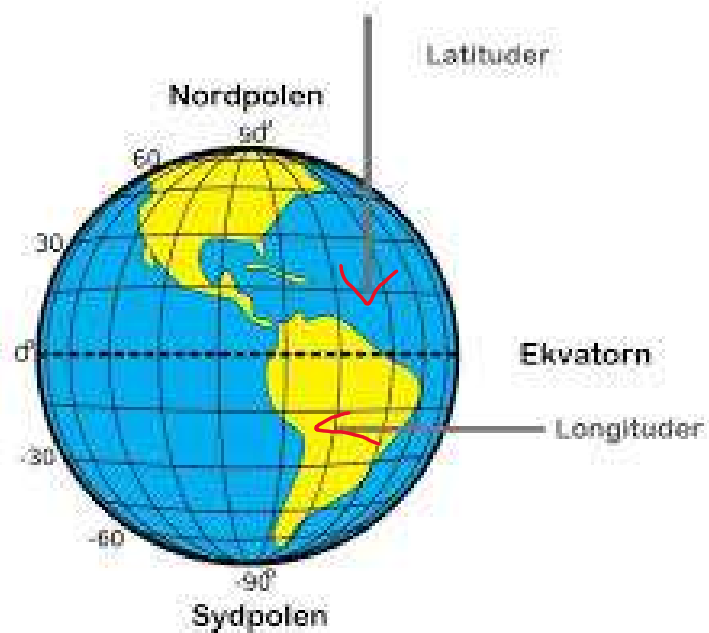


Bild 1. Jordklotet. (Paikkaoppi, 2019)

Såsom i bild 2 förenklat visas, så om markområden värms upp av jorden så värms luften ovanpå också. Den varma luften som har bildats, är lättare och därför stiger luften uppåt. När luften är uppe långt från markytan, blir den kall och då sjunker den ner mot markytan. Då uppstår ett högtryck. Vinden flyttar luften från högtryck mot lågtryck där det ”behövs mera luft”. (Vindkraften.se, 2019)

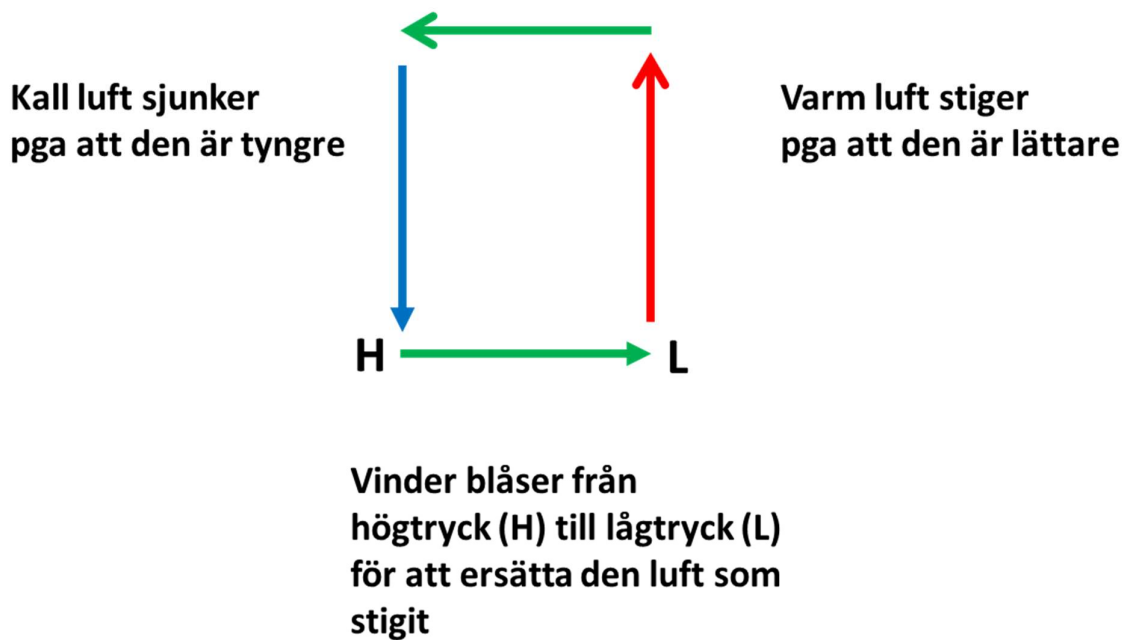


Bild 2. Vindens uppkomst.

1.2 Vindens omvandling till vindkraft

Vindens energiinnehåll ges av formeln för kinetisk energi:

$$E = 0,5mv^2 \quad [1]$$

Luften är en massa som kan ge rörelseenergi. Luftens densitet är cirka 1 kg/m^3 . Med att använda vindens rörelseenergi med någon typ av turbin får man en axel att rotera. (Vindkraften.se, 2019)

Effekten från vindkraft beräknas med:

$$P = \rho A v \frac{v^2}{2} C_p \quad [2]$$

där P står för effekten, ρ för luftens densitet, A för turbinarean, v för hastigheten och C_p effektkoefficienten eller verkningsgrad. Med att beakta bland annat kontinuitetsekvationen kunde tyska fysikern Albert Betz räkna ut den teoretiska maximieffekten som en vindkraft kunde utnyttja,

$$P = \rho A \frac{1}{4} (v_1^2 - v_2^2) (v_1 + v_2) \quad [3]$$

då passerande vindens v_2 vindhastighet efter turbinen. Den sjunker till en tredje del av vindhastigheten före turbinen v_1 , blir:

$$v_2 = \frac{v_1}{3} \quad [4]$$

vilket ger

$$P = \rho A \frac{v^3}{2} \frac{16}{27} \quad [5]$$

och en maximal effekt på ca 59 %. (Carriveau, R., 2011)

Vindens effekt är proportionell mot vindens hastighet i kubik. Detta betyder att när vindens hastighet fördubblas så blir effekten åtta gånger större. Därför är det viktigt att placera vindkraft på ställen med optimala vindförhållanden. (Vindkraften.se, 2019)

Såsom konstaterats i kapitel 1.1, så har klimatförhållandena också en inverkan på vindens kraft. Finland hör till de nordiska länderna och ligger på norra halvklotet, och har höst- och vintertider då det är kallt och blåser mycket. Detta beror alltså på att luften är tyngre då det är kallt och kall luft ger mera energi än varm luft. (Vindkraften.se, 2019)

Närmare marken ökar friktionen mot markytan. Kring backar och brant topografi uppstår turbulens. Vid planering av vindkraftverk ska man ta i beaktande också terrängformen, för man vill ju få maximal energi av vinden till förfogande.

2 VINDKRAFT SOM EN DEL AV ENERGIPRODUKTIONEN

Vindkraft har varit en del av samhället i hundratals år. Tidigare användes vindkvarnar för att pumpa vatten och mala säd. I dag används vindkraft huvudsakligen för elproduktionen.

2.1 Vindkraftens historia

Människan har använt vindkraft redan i Persien 200 år f. Kr. Den har funnits redan då för att driva kvarnar, pumpar och segelfartyg. (Vindkraften.se, 2020)

Europas första vindkvarnar byggdes i slutet av 1100-talet. Största skillnaden mellan de europeiska och de persiska vindkvarnarna var att de europeiska var horisontalaxlade medan de persiska var vertikala. Nyttan av detta var att man kunde använda kugghjul för att överföra kraften från horisontalaxeln till vertikalaxeln som drev kvarnstenarna. Kugghjulen var en ny uppfinning då. Axeln och rotern byggdes av trä och på rotern monterade man ”segel” för att fånga vinden. Vind var en av de viktigaste energikällorna ända till slutet av 1800-talet, varefter andra energikällor började ta över vindens roll som den viktigaste energikällan. (Vindkraften.se, 2020)

Teknikutvecklingen gick vidare. Så hände också med vindkraftens teknik. Utvecklingen på 1930-talet förde med sig att man började utnyttja vindkraft för att ladda batterier. Detta använde man speciellt på landsbygden. Av de nordiska länderna har både Sverige och Danmark redan i slutet av 1800- och i början av 1900-talet använt vindkraft för att producera el lokalt. På den finska landsbygden och speciellt på svenskspråkiga orter har man använt vindkvarnar för att producera energi och pumpa vatten. Det finns kvar sådana använda kvarnar t.ex. på Åland (se bild 3) och i västra skärgården. (Vindkraften.se, 2020)



Bild 3. En gammal vindkvarn på toppen av Holmsklinten på Vårdö, Åland. (J. Hokkanen, 2016)

På 1970-talet uppkom den stora oljekrisen och det hände allvarliga kärnkraftsolyckor. Efter dessa började människorna vakna till miljöfrågor. Den allmänna miljödebatten kring temat fick senare politikerna att fundera och leta efter nya energipolitiska lösningar. Folk behövde el och energi men mera miljövänligt producerat. Då fick vindkraftsindustrin en bra start som en förnybar och ekologisk lösning.

2.2 Energiproduktionsmetoderna i Finland

Energiproduktionen i Finland har redan länge baserat sig på flera olika produktionsmetoder varav de mest använda är vattenkraft, kärnkraft och fossila bränslen som stenkol och naturgas (se bild 4). Av dessa är vattenkraft förnybar och har minsta koldioxidutsläppen och också inverkan på miljön.

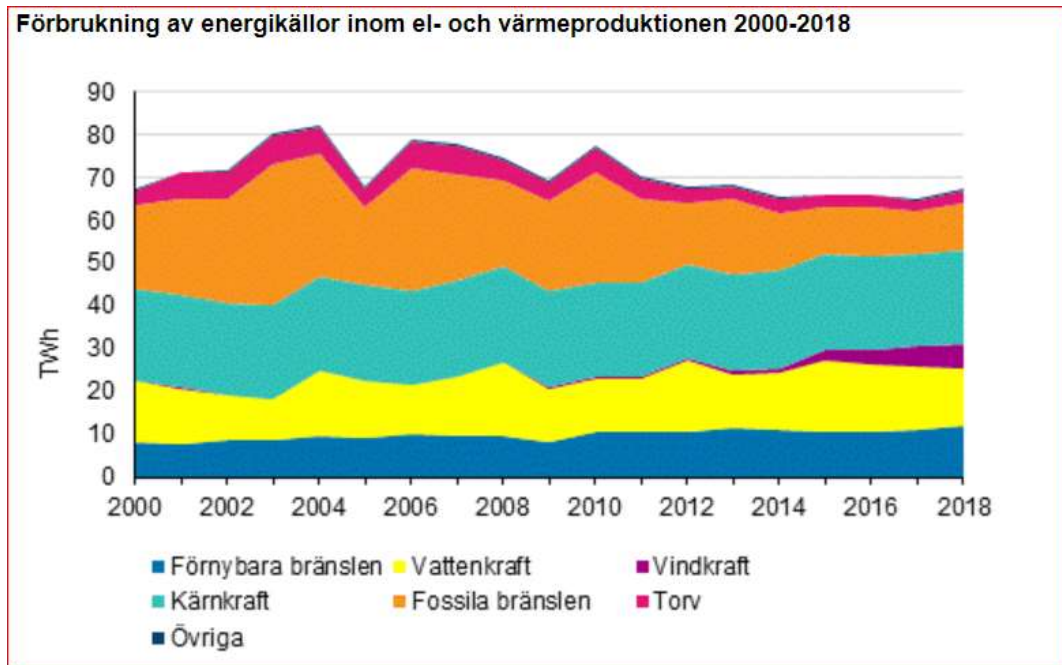


Bild 4. Förbrukning av energikällor inom elproduktionen 2000–2018. (Statistikcentralen, 2019)

El- och energiproduktionen mellan olika länder varierar mycket och Finland har en relativt stor energiförbrukning per capita i Europa (tabell 1).

Tabell 1. El- och energiförbrukning i EU-länder. (Statistikcentralen, 2019)

		Total primärenergiförbrukning			Elförbrukning ¹⁾		
		Totalt	Per invånare	Per BNP-enhet	Totalt	Per invånare	Per BNP-enhet
		Oljekilo/invånare		Oljekilo/1 000 euro	kWh/invånare		
		Mtoe	kg oe/capita	kg oe/1 000 euro	TWh	kWh/per capita	kWh/1 000 euro
		1	2	3	4	5	6
Holland	NLD	78	4 578	111	106,0	6 244	151
Belgien	BEL	57	5 027	135	82,1	7 260	195
Storbritannien	GBR	189	2 884	80	303,9	4 648	128
Bulgarien	BGR	18	2 553	386	28,9	4 040	610
Spanien	ESP	125	2 685	111	232,5	5 007	208
Irland	IRL	15	3 151	54	25,6	5 413	93
Italien	ITA	154	2 543	92	286,0	4 715	170
Österrike	AUT	34	3 885	96	62,0	7 139	176
Grekland	GRC	23	2 173	133	53,4	4 948	303
Kroatien	HRV	9	2 044	187	15,3	3 651	334
Cypern	CYP	2	2 896	137	4,4	5 186	246
Lettland	LVA	4	2 231	176	6,5	3 292	259
Litauen	LTU	7	2 452	183	9,8	3 375	252
Luxemburg	LUX	4	7 278	77	6,4	11 050	117
Malta	MLT	1	1 698	74	2,1	4 866	213
Portugal	PRT	23	2 217	124	46,4	4 486	251
Polen	POL	100	2 646	237	132,8	3 499	313
Frankrike	FRA	256	3 833	115	439,5	6 583	197
Rumänien	ROU	32	1 607	187	43,3	2 189	255
Sverige	SWE	51	5 153	109	127,5	12 942	274
Tyskland	DEU	319	3 883	101	517,4	6 296	165
Slovakien	SVK	16	3 012	202	25,0	4 605	309
Slovenien	SVN	7	3 232	165	13,0	6 310	322
Finland	FIN	34	6 159	157	80,8	14 731	375
Danmark	DNK	18	3 126	64	31,1	5 450	112
Tjeckien	CZE	42	3 973	238	55,9	5 292	316
Ungern	HUN	26	2 603	228	37,2	3 779	331
Estland	EST	6	4 554	284	7,3	5 547	346
EU28		1 649	3 232	111	2 782	5 452	187

Miljöfrågorna är viktiga nu men ännu mer i framtiden på grund av klimatförändringar och internationella avtal samt övriga krav på att minska utsläpp av koldioxid. Finland är en del av Europeiska Unionen (EU) och den vägen kommer också krav på att minska utsläpp. Finland som ett medlemsland bör harmonisera sin lagstiftning enligt EU-direktiv och

andra stadgar nationellt inom en viss övergångstid. Den vägen ställs kraven på energiföretagen i Finland att följa lagstiftning och stadgar samt ändra sina produktionsmetoder för energi för att vara godkännbara.

Då ett visst energislag inte kan producera tillräckligt bör underskottet kompenseras med andra produkter. Så vad som behövs för elförbrukningen i Finland och som inte kan produceras med t.ex. vattenkraft kan kompenseras med kärnkraft. T.ex. på sommaren kan inte vattenkraft produceras med tillräckligt hög effekt såsom på våren och då bör el produceras med annan kraft. Årstidsvariationerna är stora, t.ex. under kalla vinterdagar då värmeenergi produceras i olika kraftverk med full effekt, så är också elproduktionen som högst. Av förnybara energiproduktionsmetoder är vattenkraft den mest använda produktionsmetoden för el. Efter vattenkraft kommer vindkraft och träbränsle. Vindkraft visar sig alltså redan nu utgöra en betydlig del av elproduktionen i Finland. (Finsk Energiindustri, 2019)

En stor del av elen, upp till ca 23 %, importeras främst från de nordiska länderna. Den inhemska produktionen baserar sig väldigt mycket på kraftvärme, upp till 32 % av all elproduktion inom landet (Statistikcentralen, 2019)

Det går inte att fylla det totala elbehovet i Finland enbart med vindkraft, utan det krävs också andra produktionsmetoder. Vindkraft behöver reglerkraft för att jämna ut variationer i produktionen. I dagens läge kan produktionen av vindkraft till en viss grad förutses, och på detta sätt kan man förbereda behovet av reglerkraft. I praktiken använder man som metod vindatlas och andra meteorologiska hjälpmedel som t.ex. data och mätinstrument. På så sätt uppkommer inte vindstilla perioder alltid som en överraskning. För att fylla elförbrukningsbehovet tas då andra produktionsmetoder i bruk. (Finska Vindkraftföreningen rf., 2018)

Finland har blivit ett av de ledande länderna inom energibranschen på grund av användning av modern teknik och avancerad forskning inom el- och energiproduktion (Motiva.fi, 2014). Finland visar med andra ord vägen för många andra länder. Finland producerar el- och värmeenergi effektivt och miljövänligt. År 2018 producerades totalt 31,2

TWh elenergi i Finland med förnybara energier som vattenkraft, vindkraft, solkraft och träbränsle, vilket är ca 46 % av den totala elproduktionen (Statistikcentralen, 2019).

2.3 Vindkraftverkskonstruktioner

Vindkraftverken är mekaniska maskiner som omvandlar vindens rörelseenergi eller kinetisk energi genom att rotera en friströmssturbin som driver en generator som producerar el. Vinden är ursprungligen solenergi vars inverkan på jorden är det som driver både havet och vinden. Ett vindkraftverks principiella konstruktion ses i bild 5. De viktigaste delarna är rotorn med nav och vingar, broms, utväxling, generator med reglerutrustning samt själva tornet på ett fundament. Mest kända typer är horisontala två- och trebladskraftverk men det finns också vertikalt roterande vindkraftverk.

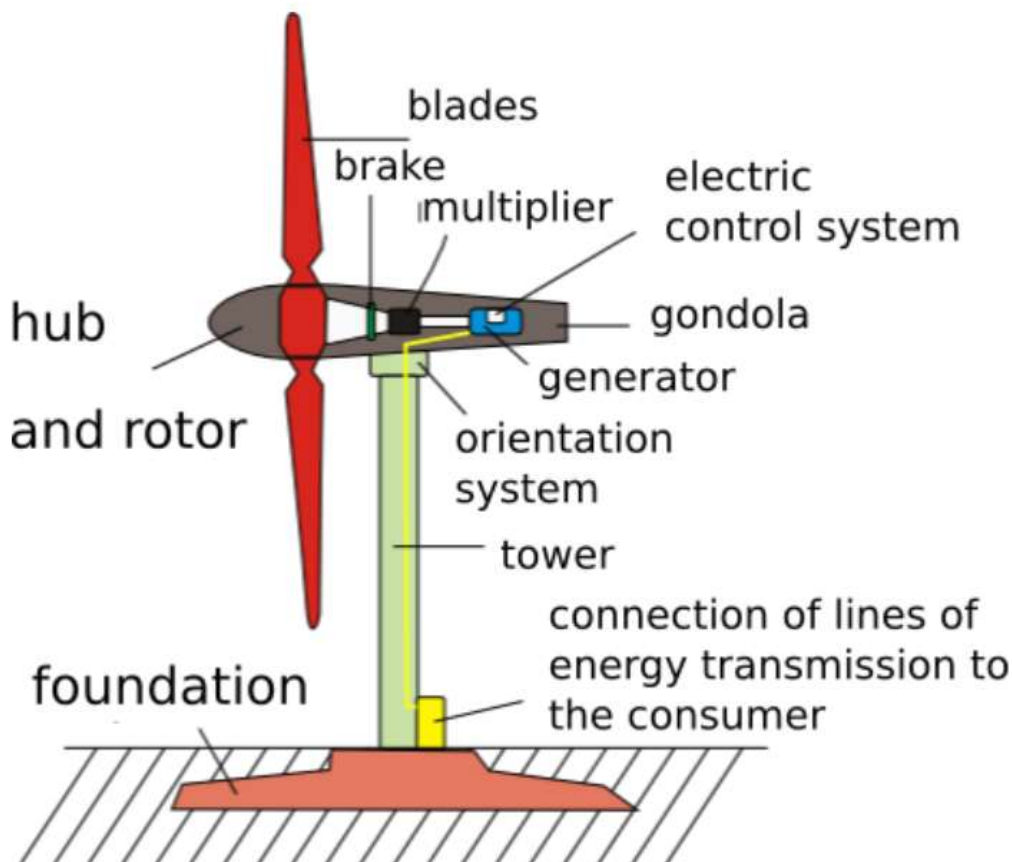


Bild 5. Typiskt horisontellt roterande vindkraftverk. (Radiofishka.in.ua., 2019)

Tvåbladiga kraftverk är äldre som modell än trebladiga kraftverk. Man har övergått till trebladiga rotor (se bild 6) för de har en bättre verkningsgrad, alltså de är effektivare. Vindkraftverk med mera än tre blad producerar inte mera än trebladiga kraftverk och de är dessutom kostnadsmässigt dyrare. Vertikalt roterande vindkraftverk utsätts för jämnare kraftpåverkan än horisontalt roterande vilket minskar underhållskostnaderna.

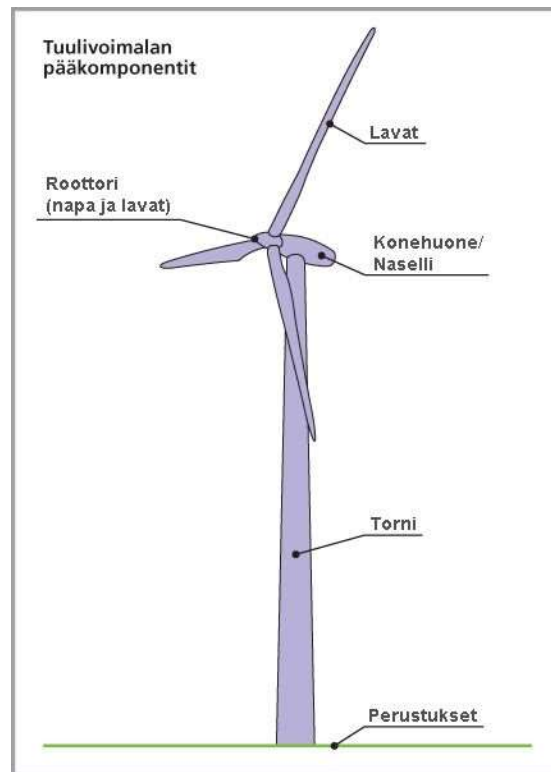


Bild 6. Trebladigt vindkraftverk. (Tuulivoimalan osat, Motiva, 2018)

Ett trebladigt vindkraftverk består av tornbasen, själva tornet, maskinrummet och rotorn. Rotorn består av nav och blad. Tornbasen bör vara stadig. Både på land och till havs belägna vindkraftverk kräver oftast därför gjuten tornbas av armerad betong. Själva tornets höjd varierar från 22 meter till över 100 meter och det är byggt av stål och har en cylinderform. Maskinrummet är oftast uppbyggt av stål eller glasfiber. Rotorns nav är av stål och bladen oftast idag av kompositmaterial. Med kompositmaterial menar man glasfiber, grafit eller trä tillsammans med epoxi/polyester. (Tähtinen, T., 2011)

Vertikala vindkraftverk finns av många slag, som t.ex. Darrieusturbin (bild 7) och Savoniusrotor (bild 8). Alla dessa vindkraftverk har sina maskinrum på markytan. Darrieusturbinen kan användas för att ladda mindre ackumulatorer på ställen där det inte finns el. Savoniusrotor är mest använd uppe på hustak. (Abrahamsson, A., 2011)

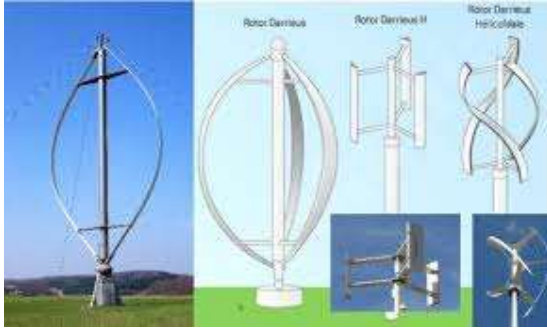


Bild 7. Vertikala vindturbiner och design.
(Radiofishka.in.ua, 2020)



*Bild 8. Små vertikalt roterande vindturbiner,
"model helical savonius".* (Pinterest.com, 2020)

Vindkraftverk kan också uppdelas i olika typer enligt hur man begränsar dess effekt vid höga vindhastigheter. Kraftverkets effekt regleras med att justera överstegringen eller bladvinkeln. Begränsningsmetoden grundar sig på ändring av bladens vinkel eller vindens infallsvinkel. Man stoppar kraftverket med en spetsbroms eller med att svänga bladen bort från vinden. Även varje större kraftverk har en sekundär stoppmekanism i form av en skivbroms. (Tähtinen, T., 2011)

2.3.1 Vindkraftverk med eller utan växellåda

Vindkraftverk kan delas i två huvudgrupper enligt det om det har en växellåda eller inte. Vindkraftverkets maskinrum med en växellåda har en asynkrongenerator samt ett styrningssystem. Växellådans uppgift är att omvandla rotorns låga varvtal (10 - 40 rpm) passlig till generatoren (1000 - 1500 rpm). Generatorerna är i regel 4- eller 6-poliga. Antalet poler bestämmer utväxlingen i växellådan. (Abrahamsson, A., 2011)

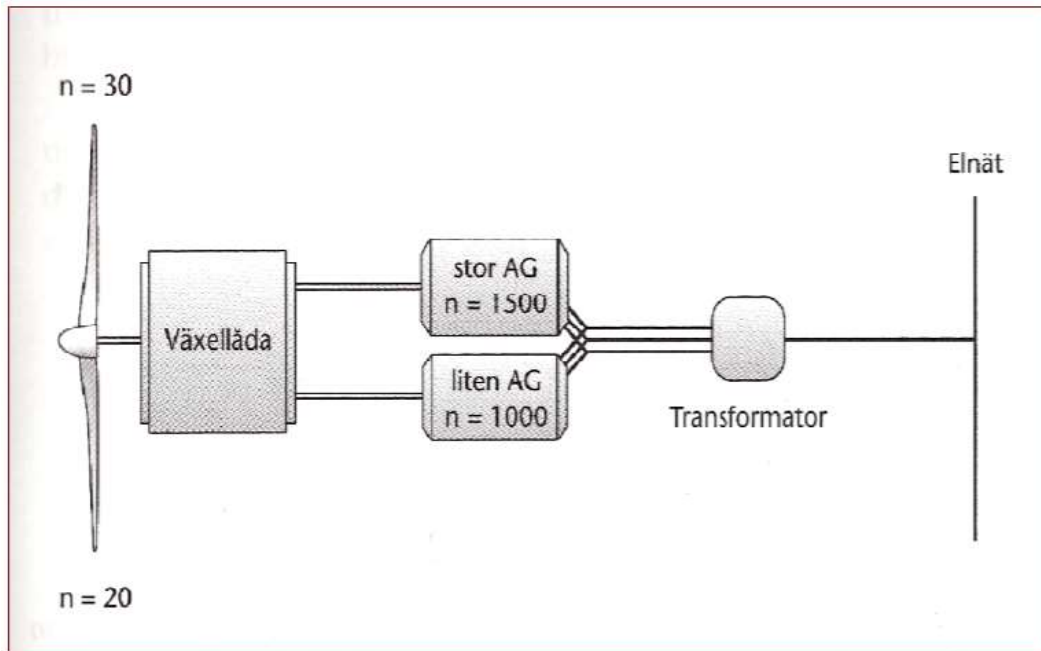


Bild 9. Förenklad version av turbin med växellåda (Wizelius, 2007)

Ett maskinrum utan en växellåda har en planetväxel, som baserar sig på låga varvtal utan större utväxlingar. Den fungerar på samma sätt som ett kraftverk med en växellåda. Skillnaden är att rotorn är monterad så att man har bara enstegs utväxling. Mångpoliga synkrongeneratorn kommer alltså direkt efter planetväxeln, som kan producera mycket el med låga varvtal. (Abrahamsson, A., 2011)

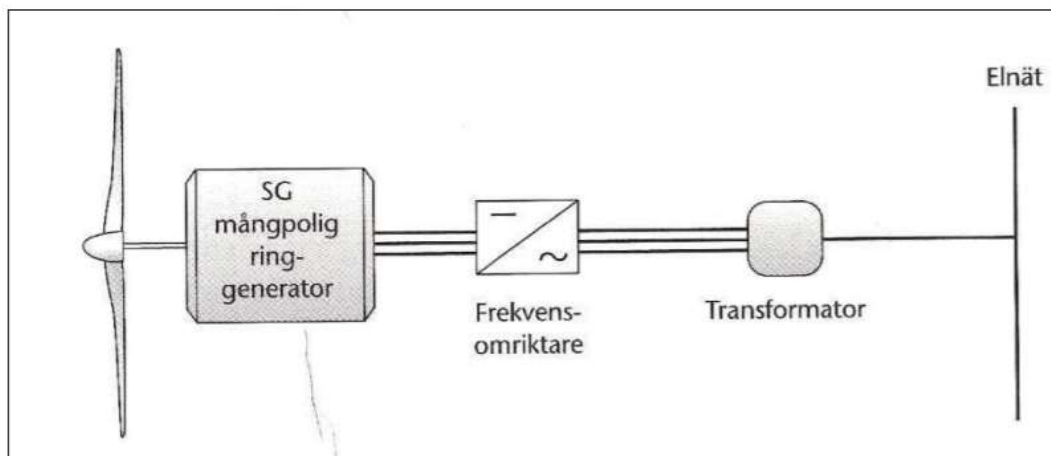


Bild 10. Förenklad bild av vindturbin utan växellåda. (Wizelius, 2007)

Elnätet i Finland använder idag 50 Hz -system, vilket betyder 50 svängningar från plus till minus per sekund, dvs. 3000 svängningar per minut. En generator med 6-poler gör två svängningar per rotationsvarv. Detta betyder att varvtalet på en 6-polig generator måste då alltså ha ett varvtal på 1000 varv per minut och en generator med 4-poler igen ett varvtal på 1500 varv per minut för att få elproduktionen med rätt frekvens. (Abrahamsson, A., 2011)

2.4 Vindkraftverkens placering i Finland

Vindkraftverk ligger runt i Finland, mest längs västliga kusten eller i Lappland. Detta beror på att dessa områden har goda vindförhållanden, och en hel del industrier är placerade längs västkusten. Lokal energiproduktion minskar också belastningen av det nationella elnätet. I Lappland är tyvärr avstånden till förbrukarna ofta långa, men den öppna och höglänta terrängen skapar goda produktionsförhållanden som uppväger byggandet av långa överförningslinjer. Numera har man också börjat bygga vindkraftverk utanför kusten på havsbotten. Då måste man beakta att havsisen vintertid ställer mera krav på konstruktionen än på kraftverk placerade på land.

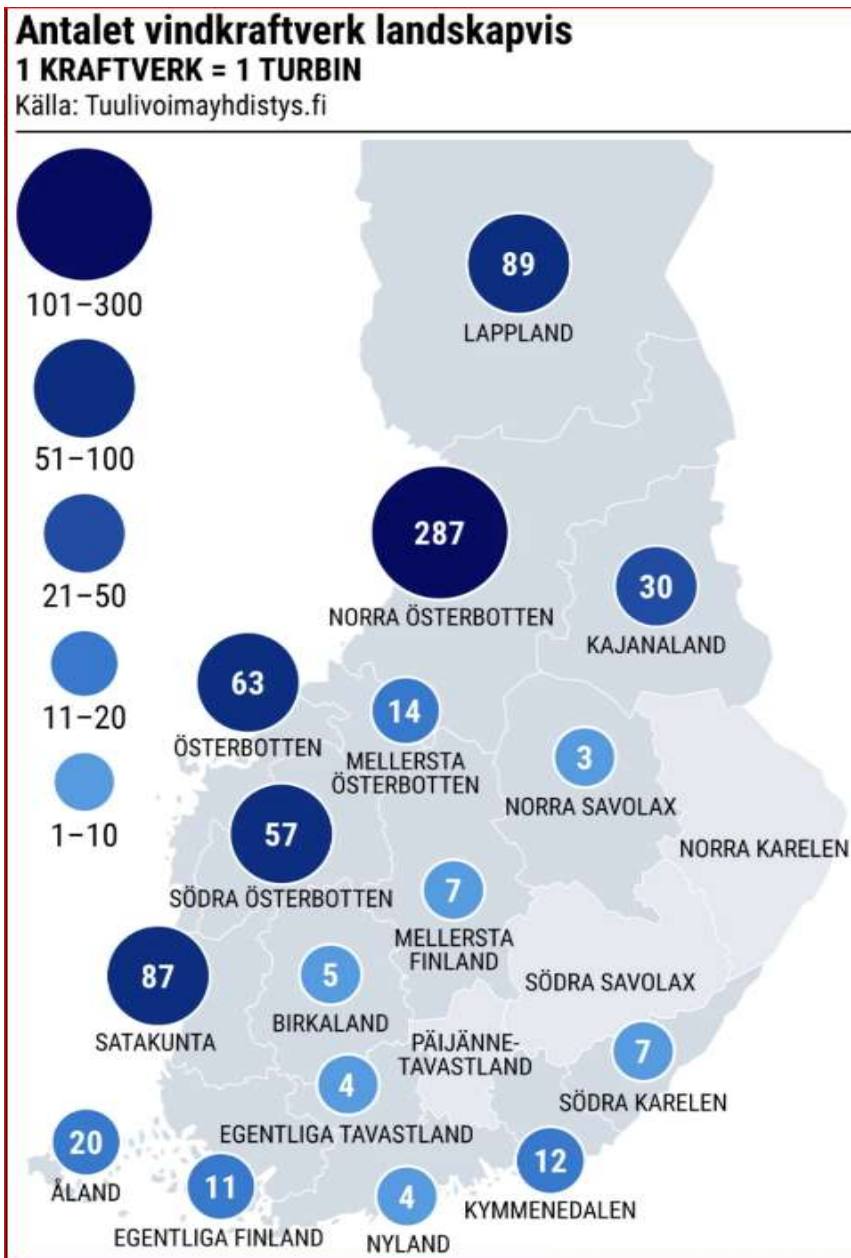


Bild 11. Antalet vindkraftverk landskapsvis. Svenska Yle, (Tuulivoimayhdistys, 2019)

Då man planerar att bygga ett vindkraftverk bör man ta i beaktande flera olika synvinklar beträffande placeringen av vindkraftverket. Vindkraften behöver vind och det är bättre om det blåser bra. Fri öppen yta på land eller i havet är bäst. Men man kan placera vindkraftverk även i skog men då bör man ha högre torn och navhöjd. (Västra Götalandsregion, 2019)

Det är bra att göra en kartläggning om var och hur mycket vind kan det skapas på den valda orten och platsen. När man tittar på kartan om Finland (se bild 11) så noterar man att de största vindkraftverken är placerade till havs eller vid kusten. De största vindkraftverken finns i norra Finland och mest vid kusten. Där är oftast kallt och kall luft har högre densitet, dvs. vindhastigheten är större. Det blåser också mer på kusten, dvs. vindhastigheten är större. Såsom konstaterats tidigare i kapitel 1.2 så har norra Finland sådana klimatförhållanden, så det är till nytta att placera vindkraftverk i det området.

Såsom konstateras i kapitel 1.2 kan man också ha nytta av att placera vindkraftverk på branta backar där det uppstår turbulens. Vid planering av vindkraftverk bör man ta i beaktande också terrängformen.

3 VINDKRAFTENS MILJÖ- OCH SAMHÄLLSPÅVERKAN

Vindkraftens miljöpåverkan kan sammanfattas till tre kategorier; landskapsinverkan, ljudinverkan och naturinverkan. Landskapsinverkan innebär utseende visuellt, ljusreflexer från bladen samt möjliga skuggor för närvarande bostäder. Ljudinverkan är kanske det mest märkbara då vindkraftverk har påståtts förorsaka signalstörningar både i radar-kontakter och antennkontakter, samt det ljudet bladen förorsakar i närområden då kraftverket drivs. Statsrådet beslöt enligt miljöministeriets uppdrag året 2015 om de maximala riktvärden som inte fås överstiga. Ljudet från vindkraftverket får inte överskrida utsatta värden. Möjliga naturinverkan har noterats för närvarande gälla fiskar och fåglar. Effekterna tas i beaktan, då lovtillstånd för vindkraftverk avgörs. (Finska Vindkraftsföreningen rf, 2018)

Elnätet har en stark anknytning till vindkraftverken. Men då vindkraftens produktion är cykliskt och varierar mycket enligt vädret och vindsituationen, behövs det reglerkraft för att kompensera låg och hög elproduktionsnivå. Enbart med vindkraft kan man inte uppehålla fullständigt hela elnätet, då vindkraft inte är konstant, och produktionen är då beroende av vädret. Om det inte blåser tillräckligt, roterar inte bladen och då tillverkas inte el. Decentraliserad energiproduktion minskar och jämnar ut också belastningen av elnätet t.ex. på landsbygden. (Finska Vindkraftsföreningen rf, 2018)

Vindkraft är en mycket kostnadseffektiv energiproduktionsmetod. Det är inhemskt, förnybar och snabbt uppbyggd. Vindkraftsindustrin har en positiv inverkan i samhället i flera synvinklar. Då en kommun eller stad beslutar att investera i eller beviljar byggnadslov för ett bolag att bygga ett vindkraftverk, skapar det en positiv inverkan t.ex. på kommunens ekonomi och välbefinnande, skapar arbetsplatser och skatteinkomster. Detta kan i bästa fall inverka på kommunala skatteprocenten. (Finska Vindkraftsföreningen rf, 2018)

3.1 Störningar i närområdet

Vindkraftverk förorsakar störningar i form av oljud till nära boende människor. Några är väldigt känsliga och motsätter sig placering av vindkraftverk nära hemmet, medan andra inte bryr sig. Människor vill nog i allmänhet göra ekologiska val och köpa el producerad med t.ex. vindkraftverk men önskar inte att det produceras nära hemmet. Vindkraftverken är skrymma och stora konstruktioner som alltid förorsakar ett visst buller i näromgivningen. Därför vill folk absolut inte ha vindkraftverk nära sina sommarvillor. (Finska Vindkraftsföreningen rf, 2018).

Vilka andra störningar kan vindkraftverk förorsaka? Då vindkraftverk byggs behöver man kanske bygga vägar i skogen, muddra vid strandkanten eller förorsaka oljud från bygget. Alla dessa faktorer och kanske även något annat har fört byggprojekt till rätten. Oftast bygger man nog långt ifrån boende och i dessa tvister har rätten ansett att det inte finns störningar. Några exempel av dessa finns i Norra Finland. (Leisti, T., 2009)

Lättast kommer man undan tvister då man utreder brett placeringen av vindkraftverket och för diskussioner i förväg i god tid i stället för att i värsta fall vänta på byggnadstillstånd i flera år. (Leisti, T., 2009)

3.2 Vindkraftverkens sysselsättningseffekt

Vindkraftsindustrin har en stor inverkan också som en sysselsättare. Enligt Finlands Vindkraftsföreningen räknas vindkraftverk sysselsätta tiotusentals personer under dess livstid. Det ger arbete från planeringen till byggande samt underhåll. Och till slut sedan vindkraftverket ska monteras ner behövs också arbetare. (Söderlund, L, 2019)

Enligt Finska Vindkraftsföreningen rf (2018) gäller att ”Vindkraftsprojekten sysselsätter cirka 2200 personer i Finland och tillverkningen av vindkraftskomponenter cirka 2000–3000 personer.”

Vindkraftens livscykel ligger kring 20–30 år beroende på driftstider och läge. Under vindkraftens drift krävs mest personal för underhåll.

Vindkraftsindustrin har med andra ord en stor och kanske i framtiden en ännu större inverkan på sysselsättningen i Finland. Vindkraftsparker byggs ofta i glesbygden så ur socialekonomisk synvinkel är denna verksamhet lönsam och viktig. (Finska Vindkraftsförbundet rf, 2018)

4 HAVSVINDKRAFT ETT BRA ALTERNATIV

Havsvindkraft är en typ av vindkraftverk som ligger i havsområden, där förhållandena är lämpliga för vindkraftsproduktion. Vinden är till havs kraftigare och jämnare än på land. Havsvindkraft kräver grunda vattenområden. Bottniska viken är speciellt lämplig för havsvindkraft eftersom där finns vidsträckta vattenområden som är grundare än 40 meter. Där kan man lätt förankra vindkraftverkets betongbas i havsbotten, vilket ger en stadig grund mot kraftiga havsförhållanden. (Heinonen, J., 2019)

Världens första iståliga havsvindkraftspark byggdes i Tahkoluoto, Björneborg. Parken startade produktionen 2017. I Tahkoluoto finns 11 vindturbiner med den totala nominella effekten 42 MW. Efter detta har det byggts nya vindkraftsparker i Ålands skärgård och i Ajos, Kemi, där vindturbinerna ligger på artificiella öar (Heinonen, J., 2019)



Bild 12. Havsvindkraftsparken i Tahkoluoto. (Hyötytuuli.fi, 2020)

Vinterförhållandena med is bör tas i beaktande då man installerar vindkraftsturbiner till havs. Men i Finland har man skapat lösningar för detta. Enligt VTT:s forskningsprojekt Smartsea har man konstaterat att man skulle kunna öka vindkraftsproduktionen med att ersätta ett modernt kärnkraftverk på 1,2 GW med en vindkraftsproduktion på ett havsområde av 400 km². (Heinonen, J., 2019)

5 VINDKRAFTSSTÖDPOLITIK

Miljöministeriet har stött vindkraft med flera hundra miljoner euro under de senaste årtionden. I dagens läge kommer allt mera vindkraftsprojekt igång med annan typ av finansiering än statligt stöd och då förväntas antalet stöd minska från föregående åren, även om man inte kommer ifrån allt stöd. (Brännare, S., 2018.)

5.1 Statsstöd för vindkraftsprojekt

Kostnaderna för nya vindkraftverk har sjunkit de senaste åren snabbt, som följd av den tekniska utvecklingen och statsstöd för projekten. Vindkraft är ett av de förmånligaste sätten att producera förnybar el kostnadseffektivt. Statsstöden som beviljas, kallas energistöd och det beviljas enligt reglerna för investeringar och kostnadseffektiva projekt. Meningen för investeringsstödet har varit att takten att bygga nya vindkraftverk inte skulle sjunka. Stödet är dock betydligt mindre än vad det var tidigare. (Finska Vindkraftföreningen rf, 2018)

Hösten 2018 ordnades en utredning av energimyndigheten om produktionen för förnybar energi där det beslöts att den förnybara elproduktionen konkurrensutsätts för 1,4 TWh årsproduktion. Detta motsvarar en årlig elförbrukning för cirka 580 000 bostäder i flervåningshus och är cirka 1,6 % av Finlands elförbrukning. Målet med utredningen var att stöda möjliga förnybara energiprojekt med statligt och att målen för koldioxidneutralt samhälle ser mera realistisk. I praktiken fungerar utredningen för elproducenterna så att de ger ett anbud på vilket pris de kan tillverka och hur mycket de är beredda att producera el. Därefter väljer staten då de billigaste anbuden för årsproduktionen. De projekt som blir valda i utredningen beviljas stöd för 12 år. (Finska Vindkraftföreningen rf, 2018)

5.2 Investering utan statsstöd

Utan stöd kan nya vindkraftverk byggas med att göra ett långvarigt elköpsavtal (PPA=Power purchase agreement) mellan leverantören och en stor elanvändare. Avtalet ingås så att leverantören förbinder sig att leverera den överenskomna mängden watt till köparen för ett visst pris under en viss tid, oftast 10–25 år. På detta sätt säkrar leverantören sin investering för projektet och köparen inköpspriset för elanvändning, och leverantören behöver inte ansöka om stöd för projektbygget. (Finska Vindkraftföreningen rf, 2018)

År 2019 påbörjad energibolaget Fortum byggarbetet för en ny vindkraftspark i Kalax, Österbotten. Projektet innebär 21 vindkraftverk och parken ska bli färdig 2020. Enligt Mikko Iso-Tryckäri, utvecklingschef för vindkraften på Fortum, skulle projektet ha startats utan stödet men de var glada över beslutet att få komma med i statens stödprogram. Som han konstaterar i intervjun, så har produktionskostnaderna kommit så mycket ner att stödprogrammet skulle kunna slopas. (Teir, J., 2019)

Elproduktion med vindkraft är bränslefri och innebär låga rörliga kostnader, vilket har en sänkande effekt på elens marknadspris. Förnybar energi som erbjuds mycket förmånligare på marknaden, tvingar dyrare produktionsmetoder lämna marknaden. Nuvarande vindkraft i Finland och dess produktion har relativt liten inverkan på de hela, eftersom t.ex. år 2017 utgjorde vindkraft endast 6 % av elförbrukningen. Dock skulle det finnas en marknad för en större produktion men detta kräver mera investeringar och byggprojekt. Men Finlands befolkning tycks inte vara så glad av att få ett vindkraftverk i sin närhet på grund av oljudet och estetiska orsaker. (Finska Vindkraftföreningen rf, 2018)

Marknadspriset för el är beroende bland annat av de ekonomiska konjunkturerna som vattenkraft och vindkraft i Norge, Sverige och Danmark, samt de globala priserna för fossila bränslen och utsläppsrätter. Då andelen av förnybar energi i energisystemet ökar, för det med sig nya utmaningar för elnätet och levereringssystemet. Varierande produktion kan ordnas med bland annat intelligent elnät, som möjliggör flexibel elförbrukning enligt prisvariationerna. Prisvariationerna är styrda av produktionsmetoderna och dess förfogade. När konsumenten väljer elleverantör och en viss elproduktionsmetod som t.ex.

vindkraft eller annan förnybar energi samt minskar sin dagliga elanvändning, gör personen ett miljöval samt bär sitt ansvar för framtiden. (Finska Vindkraftföreningen rf, 2018)

5.3 Placeringar via fonder i vindkraftverk

Vindkraftverk är också en lönsam och miljövänlig investering ur placeringsverksamhetens synvinkel. Den teknologiska utvecklingen, låga byggkostnaderna samt produktionskunskaperna och vindkraftverkets förlängda förbrukningstid har lockat flera organisationer såsom pensionsbolag att investera i vindkraftsfonder. Investeringarna har en god eller kanske även en hög intäkt. Dels har tidigare berott på de statliga stöden men nu mera har andra faktorer en inverka i intäkterna av investeringen. (Taaleri.fi, 2020)

För tillfället är alla nya fonder omedelbart slutsålda och vissa branscher grundar egna fonder för detta. Men är frågan om ett tillfälligt uppsving eller bara intresset för att investera i sådana saker eller branscher som är ansvarsfulla. (Taaleri.fi, 2020)

Market share development

Percent

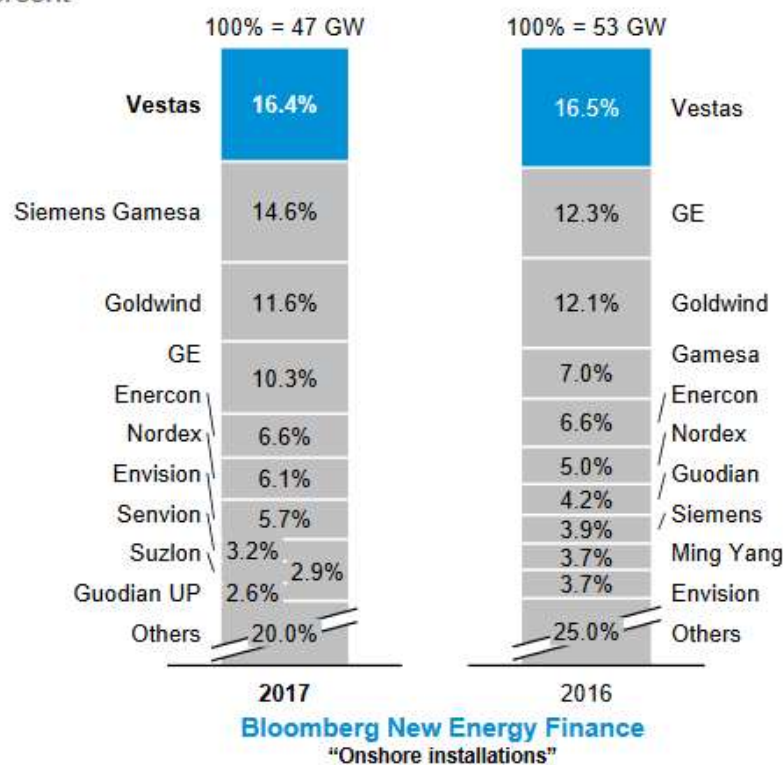


Bild 13. Marknadsfördelning av olika investeringar i vindkraftsfonder. (Sijoitustieto.2016-2017)

En del placeringsproffs påstår att uppsvinget kommer att stanna eller åtminstone dämpas. De flesta anser att intäkterna kommer att minska från de höga siffrorna inom de närmaste åren vilket säkert minskar intresset som ett placeringsmedel (se bild 13). (Sijoitustieto.fi, 2018)

En annan synvinkel är om det finns tillräckligt med byggprojekt inom vindkraftsektorn i Finland eller måste man söka sig utomlands. Väcker Finland intresse för att sätta upp nya projekt eller är det så att elbolagen ökar takten med egna byggprojekt som igen minskar möjligheten att investera specifikt i vindkraftverk.

6 VINDATLAS –PROJEKTET

Vindatlas-programmet är ett projekt kring vindkraft. Arbets- och näringsministeriet i Finland beställde arbetet av företaget Motiva och finska meteorologiska institutet. Programets mål var att skapa en realtidsmodellering av vindförhållanden i Finland (se bild 14). Det har man åstadkommit med finska meteorologiska institutets superdator. (Motiva, 2019)

Vindatlas-projektets uppgift är att ge en specifik bild på rådande vindförhållande som t.ex. hastighet, riktning och turbulens från 50 meter upp till 400 meter på månads- och årsnivå för ett område. Vindatlas är ett anmärkningsvärt projekt för att underlätta placeringen för nya vindkraftverk och vindkraftsparker. Projektets data är också speciellt bra då landskapsplaner planeras inomlands och nödvändiga fakta är svårt att annars åstadkomma. (Motiva, 2019)

I vindatlas –projektet har integrerats en isbildningsprognos, då vindkraftverksturbinens blad löper risk för isbildning. Detta kan hända då turbinbladens ytemperatur ligger under noll och luften innehåller möjliga vattenpartiklar. Om inte turbinbladen är utrustade med värmesystem för avfrostning, kan nödvändiga åtgärder utföras separat för att minimera möjliga skador och upprätthålla turbinens produktion. (Motiva, 2019)

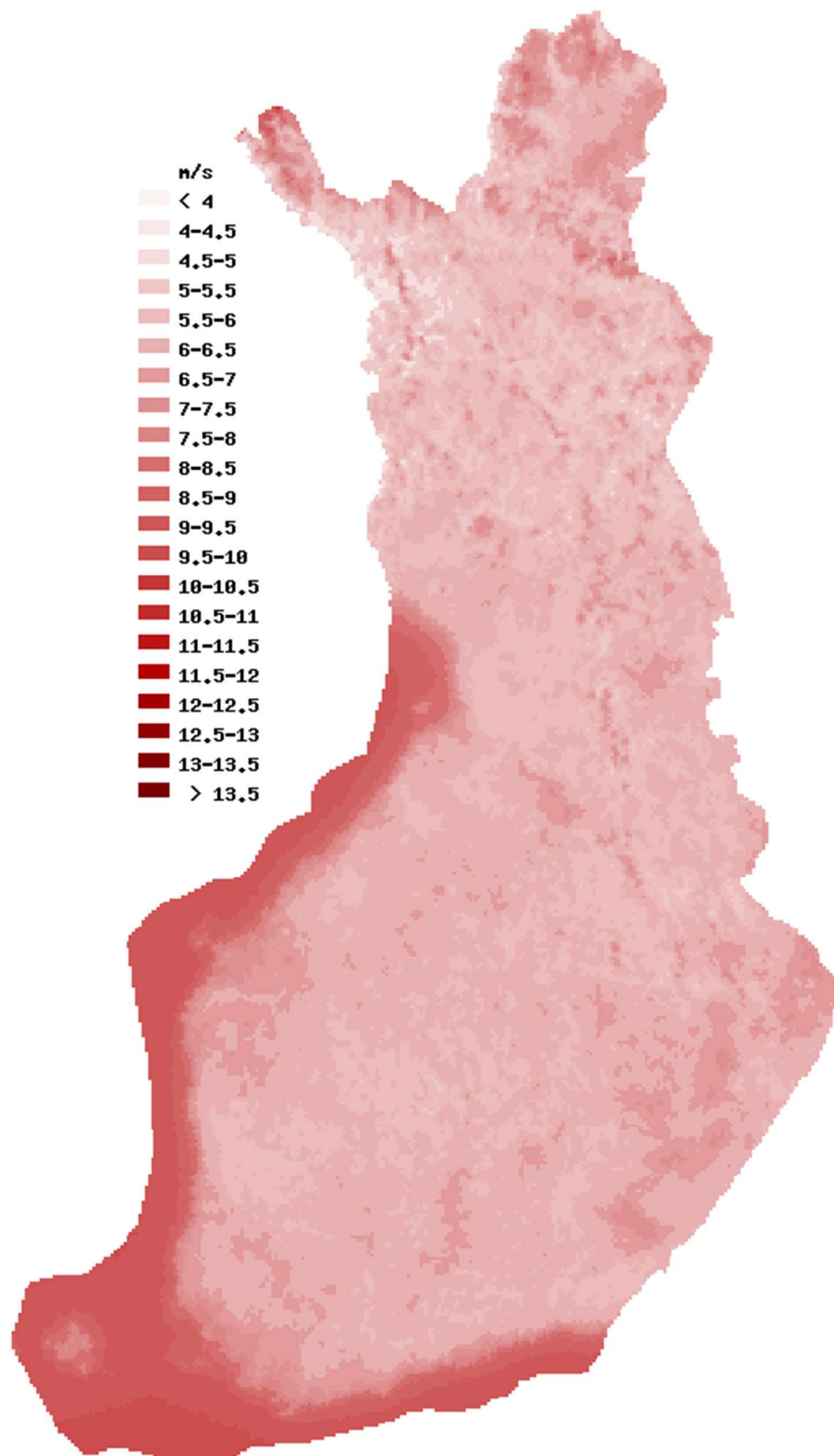


Bild 14. Fördelningen av vindens medelhastighet (m/s) på 100 meters höjd med 2,5 x 2,5 kvadratkilometers noggrannhet. (Tuuliatlas.fi, 2019)

7 PRODUKTION OCH KONSUMTION

I dagens läge är det nästan omöjligt att producera all energi- och elförbrukning med förnybara energimetoder utan det krävs reglerkraft som t.ex. kolkraftverk för att kompensera underskotten. Kraftvärme tillsammans med förnybar energiproduktion är den bästa möjligheten för att nå EU-direktiven och avtalen gjorda för att minska växthusutsläppen. Då kan inte kraftvärme drivas med stenkol utan pellet eller motsvarande förnybart bränsle. (Motiva, 2014)

Konsumenterna har också en viktig roll i att välja och förbruka energi och el som är producerat på ett visst sätt. Marknadspriserna utav stenkol, gas och andra icke förnybara energikällor bör vara på en högre nivå då om statliga målen för att nå koldioxidneutralt samhälle. Priserna har tyvärr ännu en betydelse för konsumenterna och ifall priserna på de förnybara energikällorna är lägre än de som inte är förnybara väljer konsumenten oftast den billigare. (Statsrådet, 2019)

8 VINDKRAFT I FRAMTIDEN

Vindkraft anses vara lika viktigt som kärnkraft inom tio år. Det påstår Fingrid Oy:s VD Jukka Ruuskanen på en intervju med YLE i höstas 2019. Det blir enligt honom det andra stödbenet för elproduktionen i Finland. Fingrid ansvarar för stamnätet i Finland. Alla har inte enligt honom hunnit med i takten som vindkraftsparker sätts upp. Det byggs varje år nya vindkraftverk med en sammanlagd effekt på 1000 MW. Detta motsvarar den eleffekten som Lovisa kärnkraftsverken årligen producerar. (Koistinen, A., 2019)

Finlands Vindkraftsföreningens VD Anni Mikkonen berättar att vindkraft kommer i den nära framtiden dvs. 2023 att stå för 14 till 15 % av Finlands elproduktion. Det kan vara möjligt eftersom det byggs för tillfälle 280 nya vindkraftverk runt Finland. De vindkraftverk som byggs idag är effektivare och också större. Det betyder då att ytan för bladen är större och produktionen ökar – även fördubblas såsom Anni Mikkonen anser hända. (Söderlund, L., 2019)

Enligt Finlands Vindkraftsförenings statistik har vindkraftsproduktionen varit 6 TWh året 2018 och de vindkraftverk som byggs för tillfälle kommer att producera 6 TWh till. (Söderlund, L., 2019). Det finns alltså en chans att detta kommer att hända. Men man kan inte hålla sig bara på ett stödben utan energiproduktionen kräver också andra förnybara energikällor sidan om. Hållbara produktionsmetoder bör utvecklas vidare så att alla människor har el till förfogande till ett rimligt pris och så att man inte förstör naturen.

Finland har som mål att uppnå EU:s klimatmål i förtid. Finland siktar på att vara ett koldioxidneutralt samhälle fram till 2035. Därför har finska myndigheterna sett vindkraften som en viktig del i arbetet att minska utsläpp. Utsläppen av växthusgas måste begränsas också i Finland. Landet bör öka av den förnybara energiproduktionen, och vindkraften som en sådan energiproduktion ska ökas. (Vikman, A., 2019)

9 DISKUSSION

Föreliggande examensarbete är en beskrivning av elproduktionen och energibranschen i Finland. Förnybara energikällor som vindkraft har en stor betydelse för den framtida energiproduktionen då Europeiska Unionens direktiv samt andra internationella överenskommelser stöder dem. Finska staten har noterat vindkraft som en hållbar och kostnadseffektiv elproduktionsform som sedan 2000-talet fått statligt ekonomiskt stöd. Idag då vindkraftsteknologin har utvecklats samt privata investeringar ökat är statligt stöd inte alltid nödvändigt för nya vindkraftsprojekt.

Från en ekologisk och ekonomisk synvinkel stöder vindkraften Finlands strävanden att bli ett koldioxidneutralt samhälle. Det förutsätter att investeringar i förnybar energiproduktion inte minskar och att energipolitiken i Finland håller sig till en konsekvent linje som gynnar förnybara energikällor. Konsumenterna, alltså de finska medborgarna, har en central roll eftersom de kan välja el som producerats på ett hållbart och ekologiskt sätt. De flesta leverantörer erbjuder hushållsel som producerats fullständigt koldioxidfritt eller el som i olika grad bidrar till koldioxidutsläpp. Det är viktigt att energipolitiska lagar stiftas så att de styr energiproduktionen och energimarknaden i en sådan riktning som gynnar förnybara energikällor som vindkraft på bekostnad av fossila bränslen som stenkol. Lagstiftningen tillsammans med konsumenternas kollektiva attityd skapar goda förutsättningar för en växande förnybar energiproduktion, speciellt vindkraft.

KÄLLOR

Abrahamsson, A., *Etablering av vindkraftverk*, 2011. Examensarbete. Novia. Hämtad: 18.12.2019.

Brännare, S., *Suomeen on suunnitteilla ennätysmäärä tuulivoimaloita*, Yle Uutiset, 24.6.2018. Tillgänglig: <https://yle.fi/uutiset/3-10262769>. Hämtad: 12.6.2019

Carriveau, Rupp, *Fundamental and Advanced Topics in Wind Power*, 2011. Hämtad: 18.12.2019.

Energiategollisuus, 2019. Tillgänglig: <https://energia.fi/energiasta/energiantuotanto>. Hämtad: 12.06.2019

Finsk Energi-industri, Kraftvärme, *Basfakta om energibranschen*. 2019. Tillgänglig: https://energia.fi/sv/basfakta_om_energibranschen/energiproduktion/kraftvarme. Hämtad: 12.06.2019.

Finska Vindkraftsföreningen rf, *Frågor om vindkraft*, 2018. Tillgänglig: https://www.tuulivoimayhdistys.fi/filebank/1305-esite-STY2018_180mmx180mmNETTIVERSIO-SWE-02.pdf. Hämtad: 12.06.2019.

Klimatguiden, 2019. *Vind- och solenergi*. Tillgänglig: <https://ilmasto-opas.fi/sv/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/83fa215b-3f3d-4b48-9456-ce3a5940e830/tuuli-ja-aurinko-energia.html>. Hämtad: 18.12.2019.

Koistinen, A., *Fingridin Jukka Ruusunen: Suomessa ei vielä tajuta, miten ylivertainen tuulivoima on hinnaltaan – "Armeijan tutkahuolet ratkaistava pian"*. Intervju 05.11.2019; VD Jukka Ruusunen, Fingrid Oy, Yle Uutiset, 2019. Tillgänglig: <https://yle.fi/uutiset/3-11045496>. Hämtad: 09.12.2019.

Leisti, T., *Tuulivoima poiki kiistoja*, Yle Uutiset, 2009. Tillgänglig: <https://yle.fi/uutiset/3-10719241>. Hämtad: 18.12.2019.

Motiva, *Energi som förnyas*, 2014. Tillgänglig: https://www.motiva.fi/files/8541/Energi_som_fornyas_2014.pdf. Hämtad 03.05.2020.

Motiva, *Tuuliatlas – tuulisuustiedot kartalle*, 2019. Tillgänglig: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuuliatlas_tuulisuustiedot_kartalle. Hämtad 12.6.2019.

Rederierna i Finland rf., *Miljöinnovationer*, 2020. Tillgänglig: <https://shipowners.fi/sv/ansvarsfullhet/miljon-och-klimat/miljoinnovationer/>. Hämtad: 18.12.2019.

Sijoitustieto.fi. *Pörssikuplan mahdollisuus ja tuulivoimaa salkkuun*. 2018. Tillgänglig: <https://www.sijoitustieto.fi/sijoitusartikkelit/porssikuplan-mahdollisuus-ja-tuulivoimaa-salkkuun>. Hämtad 18.12.2019.

Smartsea, *Potentialen för havsvindkraft i Bottniska viken*. Tillgänglig: <http://smart-sea.fmi.fi/app/uploads/2019/07/inforut-havsvindkraft.pdf>. Hämtad: 09.12.2019

Statistikcentralen, *El- och värmeproduktion*, 2019. Tillgänglig: https://www.stat.fi/til/salatuo/2018/salatuo_2018_2019-11-01_tie_001_fi.html. Hämtad: 12.06.2019.

Statistikcentralen. *Energi*, 2019. Tillgänglig: https://www.stat.fi/til/ene_sv.html. Hämtad: 12.10.2019.

Statsrådet, *Utredning: Hur kan Finland bli koldioxidneutralt till 2040?*, 2019. Tillgänglig: https://valtioneuvosto.fi/sv/artikeln/-/asset_publisher/10616/selvitys-miten-suomi-saavuttaa-hiilineutraaliuden-vuoteen-2040-mennessa-. Hämtad: 18.12.2019

Söderlund, L., *Vindkraften växer så det svichar om tio år kan den vara lika viktig som kärnkraften för Finlands elförsörjning*, Yle Svenska, 2019. Tillgänglig: <https://svenska.yle.fi/artikel/2019/11/06/vindkraften-vaxer-sa-det-svischar-om-tio-arkan-den-vara-lika-viktig-som>. Hämtad: 09.12.2019.

Taaleri.fi, *Tuulirahasto IV*, 2019. Tillgänglig: <https://www.taalerivarainhoito.com/sijoitusratkaisut/vaihtoehtoiset-sijoitukset/tuulirahasto-iv>. Hämtad: 09.12.2019.

Teir, J., *Vindkraftsprojekten har vind i seglen igen - Kalax vindkraftpark ska stå klar nästa år*, Yle Svenska, 07.08.2019. Tillgänglig: <https://svenska.yle.fi/artikel/2019/06/07/vindkraftsprojekten-har-vind-i-seglen-igen-kalax-vindkraftpark-ska-sta-klar-nasta>. Hämtad 09.12.2019.

Tähtinen, T., *Tuulivoimalat ja tuulivoiman tulevaisuuden näkymät Suomessa*, 2011, Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Hämtad: 09.12.2019.

Vindkraften.se, *Varför blåser det?* Tillgänglig: <http://vindkraften.se/sample-page/var-for-blasar-det/>. Hämtad 18.12.2019.

Vindkraften.se, *Vindkraftens Historia*. Tillgänglig: <http://vindkraften.se/sample-page/konstruktion-funktion/>. Hämtad: 3.5.2020.

Vikman, A., *Från 260 till 5800 gigawatttimmar vindkraftsel på tio år – men ryms vindkraften i södra Finland?* Yle Svenska, 2019. Tillgänglig: <https://svenska.yle.fi/artikel/2019/09/06/fran-260-till-5-800-gigawatttimmar-vindkraftsel-pa-tio-ar-men-ryms-vindkraften-i>. Hämtad: 09.12.2019.

Västra Götalandsregion, *Placering av vindkraftverk*, 2019. Tillgänglig: <https://www.vgregion.se/regional-utveckling/verksamhetsomraden/miljo/power-vast/fakta-om-vindkraft/provning--tillstand/placering/?vgrform=1>. Hämtad: 18.12.2019.