

An aerial photograph of an offshore wind farm. Numerous white wind turbines are scattered across a dark blue sea. The sky is a mix of blue and orange, indicating sunset or sunrise. The horizon is visible in the distance.

VATTENFALL OCH VINDKRAFTTEKNIK – TILL HAVS

Vind har använts som energikälla i tusentals år. Vattenfall har arbetat med utveckling av vindkraft i närmare 30 år. Utvecklingen har gått från enstaka verk och mindre grupperingar av vindkraftverk på land till stora vindkraftparker till havs. Vattenfall äger i dagsläget 560 vindkraftverk. Den samlade elproduktionen från dessa vindkraftverk ger 1,7 TWh per år, vilket motsvarar hushållsel till närmare 340 000 hem.

Riksdagen har beslutat att öka andelen förnyelsebar elproduktion med 17 TWh till år 2016. Vattenfalls andel i Sverige ska motsvara cirka 10 TWh varav 7 - 8 TWh från vindkraft.

En mil utanför den skånska kusten, söder om Öresundsbron, driver Vattenfall den hittills största vindkraftparken i Sverige, Lillgrund, med 48 vindkraftverk. Vindkraftparken producerar årligen 330 GWh och har en effekt på 110 MW.

HUR FUNGERAR ETT VINDKRAFTVERK?

Turbinen

Vindkraftverkets blad och nav kallas turbin (eller rotor). Bakom turbinen, i det så kallade maskinhuset, finns övrig el- och maskinutrustning. Maskinhuset är monterat på ett torn för att vinden fritt ska kunna strömma igenom turbinen och för att vindhastigheten ökar betydligt med höjden över vattnet, vilket i sin tur ger högre elproduktion. Mellan maskinhuset och tornet finns ett girsystem som automatiskt säkrar att turbinen är vänd mot vindriktningen. Turbinens blad bromsar vinden och utviner en del av dess rörelseenergi. Bladen förmår att ta tillvara en stor del av vindenergin från hela den yta de sveper över, trots att de bara täcker en bråkdel av ytan.

Turbinen på de vindkraftverk som finns på Lillgrund har en diameter på 93 m och en sveparea på 6 800 m², det vill säga större än en fotbollsplan. Massan av den luft som per sekund

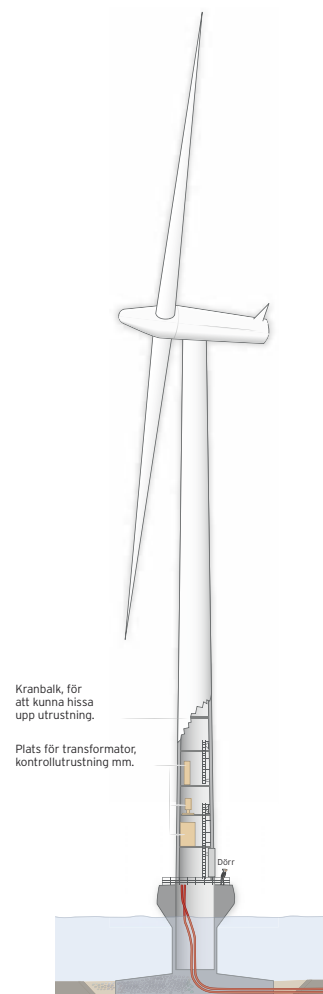
blåser genom turbinen, vid vindhastigheten 10 m/s, uppgår till cirka 70 ton. Detta motsvarar två fullastade tankbilar. Bladen är tillverkade av kompositmaterial som ger en mycket tålig konstruktion. Ett avancerat åskskyddssystem, som skyddar mot skador vid åsknedslag, är inbyggt i bladen. Vikten på bladen är 11 ton per styck. Tornet är tillverkat i stål och har en höjd på 63,8 meter och väger 127 ton.

Generatoren

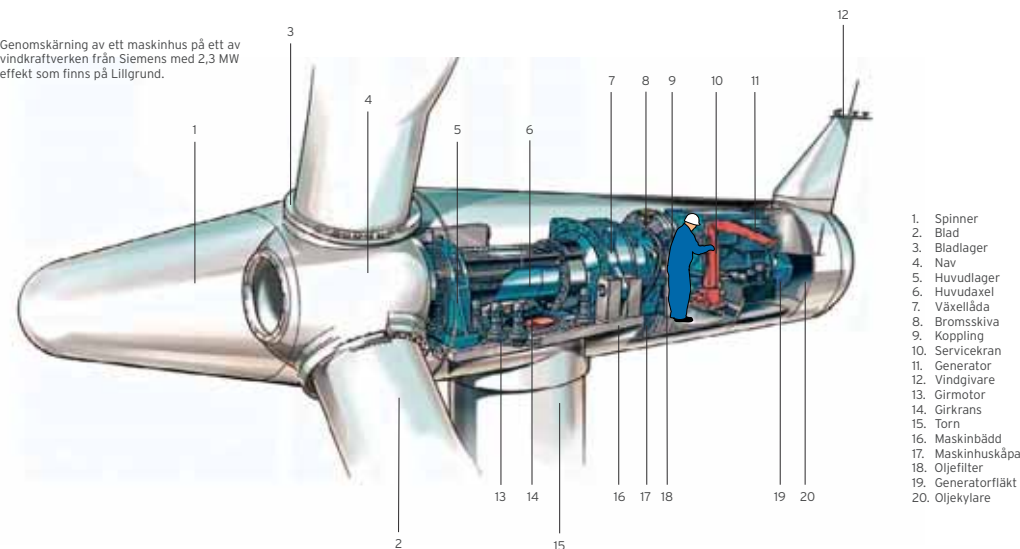
Turbinens axel är kopplad till en generator som sitter inne i vindkraftverkets maskinhus. Mellan turbinen och generatoren finns vanligtvis en växellåda som växlar upp turbinens låga, fasta varvtal (någonstans mellan 6 och 16 varv per minut) till generatorens 1 500 varv per minut. Man kan också låta turbinens varvtal variera och med hjälp av strömriktarteknik åstadkomma elektrisk ström med rätt frekvens. Generatoren producerar elkraft som distribueras till elnätet.

VINDKRAFTEN OCH ELNÄTET

När det är svag vind eller vindstilla står vindkraftverken i "väntläge". Då det blåser tillräckligt mycket, ungefär 4 m/s, startar produktionen automatiskt och matar in effekt på elnätet.



Genomsnitt av ett maskinhus på ett av vindkraftverken från Siemens med 2,3 MW effekt som finns på Lillgrund.



1. Spinner
2. Blad
3. Bladlager
4. Nav
5. Huvudlager
6. Huvudaxel
7. Växellåda
8. Bromsskiva
9. Koppling
10. Servicekran
11. Generator
12. Vindgivare
13. Girmotor
14. Girkrans
15. Torn
16. Maskinbädd
17. Maskinhuskåpa
18. Oljefilter
19. Generatorfläkt
20. Oljekylare

Spänningen stiger normalt något då effekt matas in på nätet. Kraftsystemets transformatorer på land reglerar spänningsförändringar så att en god elkvalitet kan levereras till konsumenterna.

Vid cirka 12 - 14 m/s ger aggregatet full effekt. Vid kraftiga vindar då vindhastigheten överstiger ungefär 25 m/s är de mekaniska lasterna så stora att vindkraftverken stoppas för att inte utsättas för onödigt slitage. Då det finns många vindkraftverk anslutna i en och samma punkt till elnätet, ställs stoppvinden något olika i de olika verken, till exempel till exempel mellan 22 och 26 m/s. Det görs för att säkerställa att en hel vindkraftpark inte ska stanna samtidigt och skapa stora effektsteg i det anslutna elnätet.

Vindkraften fungerar bra i kombination med vattenkraft. Så länge vindkraftverken producerar el sparar det vatten i älvarnas vattenmagasin. När vinden avtar kan det sparade vattnet utnyttjas för elproduktion. Vindkraften producerar dessutom som mest under vintern, när vattenmagasinen börjar minska, samtidigt som elbehovet då är som störst.

VINDKRAFT-PARKER TILL HAVS

Placering och konfiguration

Hur man placerar de enskilda verken i vindkraftparken i förhållande till varandra är av betydelse bland annat för elproduktionen. För att få så stor elproduktion som möjligt från varje verk är det viktigt att vindkraftverken placeras så att de inte kommer i lä av varandra. En tumregel som ofta används är att avståndet mellan verken i den förhärskande vindriktningen ska vara minst fem gånger rotordiametern.

Fundament

Det finns olika typer av fundament, exempelvis monopile, tripod och gravitationsfundament, som kan användas vid uppförande av vindkraftverk till havs. Vilken typ av fundament som väljs beror på vindkraftverkets storlek, vindförhållanden, vattendjup, geologi, is, vågor och strömmar.

En monopile består av ett rör som pålas eller borras ned i botten och utgör fundamentet som tornet sedan monteras på. Tripodfundament är en treben ramkonstruktion av stålror. Pelaren under tornet är förbunden med en ram av stål som sprider belastningen på tre stålror. De förankras med separata pålar i botten (som mindre monopiles). Gravitationsfundament

håller tornet och maskinhuset på plats med hjälp av sin vikt och friktionen mot underlaget. Gravitationsfundamenten brukar också fyllas med ballast.

Fundamenten till vindkraftverken på Lillgrund är gravitationsfundament av armerad betong. De göts på pråmar i hamnen EuroPort i Swinoujzkie, Polen. På varje pråm göts fyra fundament. Först göts bottenplattan, därefter väggar, skaftet och till sist konen. Preparering av havsbotten pågick parallellt med gjutningen av fundamenten. Vid varje fundamentens position utfördes muddring och kontroll av botten samt placering av en stenbädd.

Montering

Vindkraftverk sätts ihop på land så långt det är möjligt. De frakts ut till havs med speciella installationsfartyg som är utrustade med lyftkranar. Ute till havs monteras det som inte satts ihop på land, tornet på fundamentet och sedan maskinhuset med nav och rotorblad på tornet. Utvecklingen går mot att man bygger ihop hela vindkraftverket på land och fraktar ut det till havs med stora specialfartyg.

Utrustning för drift och underhåll

Vindkraftverk till havs utsätts för större påfrestningar än vindkraftverk på land. Det beror på att klimatet till



Transport och montering av vindkraftparkens transformatorstation, Lillgrund juni 2007

havs är hårdare med mer blåst, vågor, saltvatten och is. Det är också svårare att utföra reparationer till havs än på land. För att säkra drift och underhåll av vindkraftverk till havs, måste verken vara anpassade efter de marina förhållandena. Det innebär bland annat följande:

- Extra korrosionsskydd mot den skadliga saltvattenatmosfären.
- Ett angöringssystem för att på ett säkert sätt kunna stiga upp på vindkraftverket.
- En del av tornet bör vara avsatt till uppehållsrum för driftpersonal eller i nödfall för övernattnig.
- Uppsamlingskärl för oljespill.
- Servicekranssystem i maskinhuset.
- Avancerad vibrationsövervakning av det mekaniska driftsystemet.
- Fyrbelysning för att skeppstrafiken inte ska få svårigheter med att se vindkraftverken.
- Automatiskt smörjningssystem för att förlänga intervallen mellan servicebesöken.

Driftcentral på land

Vindkraftverken styrs automatiskt av sitt kontrollsystem, men de övervakas dessutom från en bemannad driftcentral på land. Därifrån kan verken både stängas av och startas. Om problem i driften uppstår kan kontrollsystemet hitta dessa tidigt och ge ett felmeddelande. Övervakningsutrustningen

omfattar vindkraftverken, kabel, fundament, nautiska säkerhetsanordningar och flygsäkerhetsanordningar som till exempel de lampor för hindermarkering som vindkraftverken är utrustade med. Servicetekniker åker ut med båt till vindkraftverken för att underhålla, kontrollera och reparera vid behov.



Montering av Lillgrund vindkraftparks första torn, juli 2007.