

Vesterhav Nord | Vesterhav Syd | Danish Kriegers Flak | Horns Rev 1 & 3

# Vattenfall Offshore Danmark

– for en fossilfri fremtid



**VATTENFALL**

# Med vinden mod en fossilfri fremtid

## Havvind bidrager til Vattenfalls målsætning

Vattenfall er Danmarks største operatør af havvind. I havet ud for Danmarks Vestkyst driver vi havvindparkerne Horns Rev 1 og Horns Rev 3 samt Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. I Østersøen driver vi den største af alle fem, nemlig Danish Kriegers Flak. Ud over offshore vindmøllepark driver vi 10 landbaserede vindmølleparker i Danmark, men vi bidrager også til en fossilfri fremtid med andre aktiviteter.

Vattenfall arbejder målrettet gennem forskning og nye metoder mod en fremtid, hvor vi sikrer biodiversiteten i miljøet omkring vores offshore vindmølleparker og måler det ved hjælp af værktøjet Global Biodiversity Score, GBS. Vi driver et dedikeret strategisk forskningsprogram, der indtil videre har støttet mere end 30 forskningsprojekter.

Projektresultaterne hjælper os med at reducere indvirkningen af vores projekter og aktiviteter på en bred vifte af arter og levesteder, herunder fugle og flagermus, marsvin og delfiner samt fisk og levesteder på havbunden.

Det overordnede mål er at hjælpe samfundet med at rive sig løs af afhængigheden af fossile brændsler som olie og kul. Vi er fast besluttet på at opbygge et samfund, hvor alle kan vælge en fossilfri måde at transportere sig på, producere vores varer og ikke mindst at leve fossilfrit. Vi kalder vores målsætning for fossilfrihed.



Anne Mette Traberg  
Landechef i Vattenfall Danmark

Vattenfall er en vigtig spiller i forbindelse med Danmarks omstilling fra brugen af fossile brændsler til bæredygtig energiproduktion inden 2050. I hele EU skal 27 pct. af energiforbruget i 2030 komme fra vedvarende energi.

Vattenfalls offshore vindmølleparker har servicehavne i Esbjerg, Hvide Sande, Thyborøn og Klintholm, mens Vattenfalls internationale kontrolcenter og centrallager er placeret på havnen i Esbjerg. Endelig driver og udvikler Vattenfall ladeløsninger til transportsektoren, ligesom vi indkøber og leverer elektricitet til større erhvervskunder.

Vi beskæftiger ca. 640 årsværk i Danmark, og ud over vores servicefaciliteter har vi kontorer i Kolding og København. Vores ambition er at vokse i årene fremover og kunne tiltrække ny arbejdskraft og tilpasse sig et arbejdsmiljø i udvikling. For at være en attraktiv arbejdsgiver er Vattenfall dedikeret til at imødekomme de nye forventninger ved at tilbyde moderne arbejdsmiljøer, hvor der sikres balance mellem arbejde og fritid.



### **With the wind towards a fossil-free future.**

Vattenfall is Denmark's largest operator of offshore wind. In the sea off Denmark's west coast, we operate the offshore wind farms Horns Rev 1 and Horns Rev 3 as well as the newest, Vesterhav Nord and Vesterhav Syd.

In the Baltic Sea, we operate the largest of all five, Danish Kriegers Flak. At Vattenfall, we help society break free from its dependence on fossil fuels such as oil and coal. We are determined to build a society where everyone can choose a fossil-free way of transport, produce our goods and, not least, live fossil-free. We call our goal fossil freedom.



**Vesterhav Nord og Vesterhav Syd** med i alt 41 vindmøller er de nyeste af vores fem offshore vindmølleparker. De blev sat i drift i begyndelsen af 2024, og bidrager med fossilfri elektricitet til det årlige forbrug i tilsammen 350.000 danske husstande.

**Danish Kriegers Flak** med 72 vindmøller blev sat i drift i 2021 og producerer så meget, at parken kan dække 600.000 danske husstandes årlige elforbrug.

**Horns Rev 3** med 49 vindmøller blev sat i drift i 2019 og producerer fossilfri elektricitet nok til at dække 425.000 danske husstandes årlige elforbrug.

**Horns Rev 1** var en sensation, da parkens 80 vindmøller blev sat i drift i 2002 som verdens dengang største offshore vindmøllepark. Vattenfall driver parken og ejer 60 %, mens Ørsted ejer de resterende 40 %.

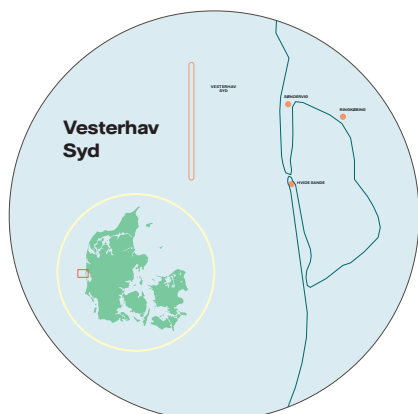
**Strøm til 1,5 mio. husstande.** I alt leverer de fem havmølleparker strøm nok til at dække det årlige elforbrug hos næsten 1,5 mio. danske husstande.

# Vesterhav Syd

**20 vindmøller  
170 MW = 170.000  
husstandes forbrug**

De 20 vindmøller er placeret i en afstand på mellem 9 og 10 km fra kysten. Vesterhav Syd kan producere strøm svarende til 170.000 husstandes forbrug.

Både helårsboliger og sommerhuse får glæde af den fossulfrie og vedvarende energi. Parken blev sat i drift 2024.



## **Siemens Gamesa Direct Drive**

Siemens Gamesa vindmøllen på 8,4 MW er af typen Direct Drive, DD, hvilket vil sige, at strømmen genereres direkte ved hjælp af roterende magneter i stedet for med den traditionelle gearkasse som mellemed. Magnet-teknologien betyder færre mekaniske dele og en lettere konstruktion samt høj pålidelighed. Vindmøllen er den samme på Vesterhav Syd og Nord samt Kriegers Flak.





## Hvide Sande Servicecenter

Hvide Sande Servicecenter kommer til at betjene møllerne på Vesterhav Nord og Vesterhav Syd.

Servicecenteret har direkte adgang til kajen, hvor der er plads til to mandskabsfartøjer; Crew Transfer Vessels (CTV). Huset rummer 800 m<sup>2</sup> til administration og 1200 m<sup>2</sup> lagerplads til reservedele m.m. Bygningen er opført af Thyborøn Invest A/S i samarbejde med Vattenfall.

## Vindmøllerne skaber aktiviteter i kystbyen

Vattenfalls tilstedeværelse i havnebyen vil på sigt skabe omkring 50 arbejdspladser og indirekte mange flere. Offshore-aktiviteterne har nemlig fra begyndelsen givet arbejde til en lang række håndværksfag.

Det skaber optimisme i erhverv og industri i området, siger administrerende direktør Carl Erik Kristensen i Seasight Group.

“Intet er givet på forhånd, men vi gør os så attraktive som muligt og håber, vi får lov at assistere Vattenfall med den grønne omstilling. Vi er vant til at samarbejde med offshore-vindindustrien og ser store muligheder i udviklingen af flere nye havmølleparker i Vesterhavet og Nordsøen. For i den sammenhæng ligger både Seasight Group og Hvide Sande strategisk rigtig godt,” siger Carl Erik Kristensen.

Seasight Group ejer skibsværftet i Hvide Sande og Seasight Solution, som leverer værktøj og udstyr til vindindustrien samt Seasight Davits, der producerer kraner til begge Vesterhavsparker, Danish Kriegers Flak og Horns Rev 3.



Carl Erik Kristensen  
Adm. direktør i Seasight Group.



**The 20 wind turbines** are located between 9 and 10 km from the coast. Vesterhav Syd can produce electricity equivalent to the consumption of 170,000 households. Both residential homes and summer houses benefit from the fossil-free and renewable energy.

**The Siemens Gamesa 8.4 MW turbine** is of the Direct Drive type, which means that the current is generated directly by means of rotating magnets instead of with the traditional gearbox as an intermediary.

**Hvide Sande Service Center** will operate a total of 90 offshore wind turbines distributed on Vesterhav Nord and Vesterhav Syd as well as Horns Rev 3. Vattenfall's presence in the port will eventually generate around 50 jobs and indirectly many more.



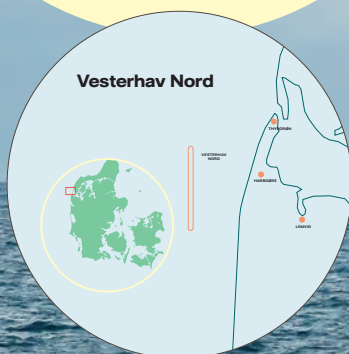
Hvide Sande Servicecenter.

**21 vindmøller**  
**180 MW =**  
**180.000**

**husstandes forbrug**

De 21 vindmøller er placeret i en afstand af mellem 5,5 og 10 km fra kysten. Vesterhav Nord kan producere strøm svarende til 180.000 husstandes forbrug. Både helårsboliger og sommerhuse får glæde af den fossulfrie og vedvarende energi.

Vesterhav Nord blev sat i drift i 2024.



# Vesterhav Nord

De sidste to vindmøller til Vesterhav Nord blev monteret i oktober 2023. Her sættes vinge nr. 3 på plads af jack-up-fartøjet "Jan de Nul".

Fundamenterne består dels af monopæle, som hamres ned i havbunden på ca. 20 meters vanddybde. Dertil kommer de karakteristiske gule overgangsstykker (TP'er), som monteres oven på monopælene.

På hvert fundament monteres tårn, nacelle og vinger. Vindmøllernes totale højde er på 193 m til øverste vingespids, navhøjden er 109 m og vingediameteren 167 m.



**The 20 wind turbines** are located between 5,5 and 10 km from the coast. Vesterhav Nord can produce electricity equivalent to the consumption of 180,000 households. Both residential homes and summer houses benefit from the fossil-free and renewable energy. The foundation consists of a monopile, which is hammered into the seabed and a transition piece where the wind turbine is installed.

**The total height** of the wind turbine is 193 m to the top of the blade, the hub height 109 m, and the blade diameter 167 m.

En lille flok delfiner havde etableret sig i området af den danske del af Nordsøen, hvor Vattenfall byggede sine Vesterhav-havmølleparker. Så da der blev udtrykt bekymring for, at installationen af vindmølleparkerne monopæle kunne få delfinerne til at forlade området, iværksatte Vattenfall et samarbejde om overvågning. Heldigvis viste den, at delfinerne stadig var der og ikke har ændret adfærd efter installationen af monopælene var færdiggjort. Scan QR-koden og læs mere.







### Masser af plads på kajen

Deme Groups jack-up-fartøj "Innovation" ved kaj i Thyborøn foran en lokal vindmøllepark. Der var ikke kun gjort plads til installationsfartøjet med fundamentene ombord, men også masser af plads til bunker af norsk granit, som blev anvendt til såkaldt scour protection. For at beskytte fundamenterne mod erosion blev granitten lagt ud på havbunden omkring hvert fundament.

### Vattenfalls projekter fik erhvervslivet til at gå sammen

Thyborøn Havn og erhvervslivet i hele Lemvig kommune står efter færdiggørelsen af Vesterhav Nord og Syd godt rustet til at servicere fremtidens offshore vindmølleprojekter i Nordsøen.

Med dannelsen af *North Sea Energy Service Group* greb de chancen og bød ind med plads og service, da Vattenfall skulle i gang med Vesterhav Syd og Nord. Projektleder Finn K. Pedersen i gruppen af virksomheder siger, at de har bevist, at gruppen også er til at regne med i fremtiden.

"Vi har haft et godt og professionelt samarbejde med Vattenfall, som har holdt os grundigt informeret om projekterne og formidlet kontakterne til de underleverandører, som vi har serviceret undervejs i byggefasen. Vi har skaffet plads på kajen, leje af kontorfaciliteter, overnatningsmuligheder, catering og kontakt til elektrikere, smede og tømrere", siger Finn K. Pedersen. *North Sea Energy Service Group* er ifølge projektlederen parat til at deltage i en større omstilling til vedvarende

energi med fokus på både vindmølleparker og Power to X-projekter, som måtte være på vej.

Også det lokale ejendoms- og investeringselskab Thyborøn Invest har fået en aktie i opførelsen af Vattenfalls seneste offshore vindmølleparker, idet selskabet har stået for opførelsen af Vattenfalls service centre i både Hvide Sande, som servicerer Vesterhav Nord og Syd, og centeret i Klintholm Havn, som servicerer Danish Kriegers Flak i Østersøen.



Finn K. Pedersen  
Projektleder i North Sea Energy Service Group



A small pod of dolphins has established residence in the Danish part of the North Sea, where Vattenfall has constructed the Vesterhav offshore wind farms. When concerns were raised that the installation of the wind farm's monopiles could cause the dolphins to leave the area, Vattenfall initiated a collaborative monitoring effort. Fortunately, it showed that the dolphins were still present and have not changed behaviour after completion of the monopile installation. Scan the QR-code to read more.



# Danish Kriegers Flak



Med sine 72 Siemens Gamesa 8,4 MW vindmøller er Danish Kriegers Flak Danmarks største havmøllepark i 2024.

Da hele parken var sat i drift i 2021, leverede den verdens hidtil billigste havmøllestrøm med en kWh-pris på 37,2 øre.

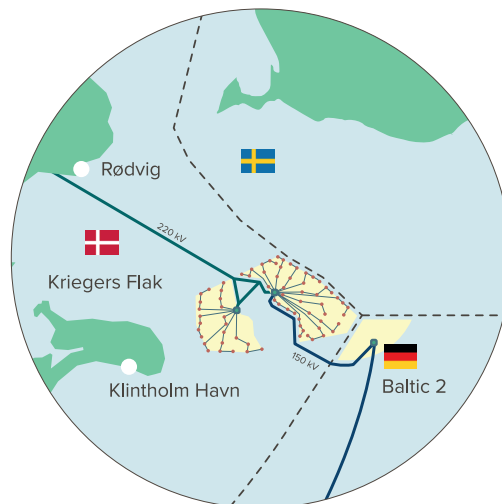


## Første mand til mølle

Da Vattenfall etablerede servicecenteret på havnen i Klintholm, øjnede den lokale elektriker Mikael Hansen muligheden for et nyt og meget anderledes job som servicetekniker ved Danish Kriegers Flak. Som den første lokalt bosatte søgte han et af de eftertragtede jobs som servicetekniker hos Vattenfall.

Hans job er da også meget anderledes end at skifte stikkontakter i private boliger. Fra 220 V og stærkstrøm arbejder han i dag også med 690 V og højspænding. Arbejdsdagene foregår typisk med bådtransport ud til én eller flere vindmøller, som skal serviceres.

Fra båden klatrer de i første omgang op til platformen ved foden af vindmøllens tårn. Herfra går det med elevator inde i tårnet næsten 100 meter op til nacellen. Skulle elevatoren svigte, er der en stige til at klatre derop og ned igen.



Som det første sted i verden er der etableret kabelforbindelse mellem to landes transmissionsnet gennem Kriegers Flak og den tyske offshore vindmøllepark Baltic 2.



### Danish Kriegers Flak

The 72 8.4 MW wind turbines from Siemens Gamesa have a total output of 600 MW. The farm can produce electricity equivalent to the annual consumption of 600,000 Danish households. The wind farm covers an area of 132 km<sup>2</sup> in the Baltic Sea. As the first ever in the world, a cable connection has been established between two countries' transmission networks via the Kriegers Flak and German Baltic 2 offshore wind farms.

At Klintholm Harbour, Vattenfall has built a service center from where the wind farm is being serviced. There are a total of 25 employees at the service center. The technicians are sailed out to the park aboard Crew Transfer Vessels when there are inspections or repairs.



## Klintholm Havn Servicecenter

Der er 25 ansatte, hvoraf de otte er medarbejdere fra lokalområdet. Servicebygningen rummer kontorer, møderum, kantine og omklædningsrum til både mænd og kvinder samt en op til otte meter høj lagerhal til reservedele.

Bygningen er opført tæt på kajen og de fartøjer, som skal forsyne havmølleparken med reservedele og bringe servicemedarbejdere på havet.

## Kunst på centerets gavl mod byen

Kunstværket er udformet som vingen på en kejserguldsmed, der også findes lokalt, udsmykket med net, ruser og fisk i havets og himlens farver – som en anerkendelse af den gamle fiskerihavn.

Kunstneren Mia Sloth Møllers værk blev i oktober 2021 valgt af borgerne i byen blandt flere udsmykningsforslag.



Det er ikke kun produktion af fossilfri energi, der er i højsædet ved Kriegers Flak. Der skal også høstes tang, udsættes liner til muslinger og ses nærmere på torskebestanden i området ved Skandinavien's største havmøllepark. Det sker som en del af projektet WIN@sea, hvor en række danske universiteter og virksomheder er i gang med at undersøge, hvordan der bedst kan produceres fossilfri energi og fødevarer på ét og samme sted – med målet om, at havmiljøet og biodiversiteten i området samtidig forbedres. Scan QR-koden og læs mere.



Green energy will not be the only thing in the spotlight over the coming years at Kriegers Flak. Teams will also be harvesting seaweed, setting lines for growing mussels and making an in-depth assessment of cod stocks in the area in and around Scandinavia's largest offshore wind farm. This is happening as part of the WIN@sea project, in which several Danish universities and companies are exploring how best to produce fossil-free energy and food in the same location and at the same time improve the marine environment and biodiversity in the area. Scan the QR-code to read more.





# Transport til og fra vindmølleparkerne

Både helikoptere og mandskabsfartøjer spiller en afgørende rolle i forbindelse med servicering og vedligehold af Vattenfalls vindmølleparker.

Mandskabsfartøjerne, de såkaldte CTV'er (Crew Transfer Vessels), er oplagte at anvende i langt de fleste tilfælde. Dog kan vejrforholdene gøre det nødvendigt at anvende helikopter, der har mulighed for at operere, når vinden blæser mere og bølgerens højde ikke gør det muligt at sejle mandskab til og fra møllerne.

Vattenfalls servicecenter på Klintholm Havn ved Østersøen har fra starten været udrustet med to mandskabsfartøjer, som sejler teknikerne til og fra vindmøllerne, når der er behov for service eller vedligehold af de 72 vindmøller.

Servicecenteret på havnen i Hvide Sande på Vestkysten har også CTV'er til rådighed - klar til at sejle ud til de vindmøller, der er tættest på land, som fx Vesterhav Syd og Vesterhav Nord. Transporten af servicemedarbejdere til møllerne på Horns Rev 1 og Horns Rev 3 sker ved hjælp af CTV'er og helikoptere, som udgår fra heliporten ved Esbjerg Lufthavn.



## Transportation to and from the turbine farms

Service and maintenance of the offshore turbines is done by transporting the workers from the Vattenfall Service Centres by either Crew Transfer Vessels (CTV) or by helicopter. At Klintholm Harbour by the Baltic Sea CTVs are used for the transport to Danish Kriegers Flak. At Hvide Sande by the West Coast, service crew members are sailed by CTVs to the wind farms closest to land and flown by helicopter from the Esbjerg Heliport to the ones located far out at sea.

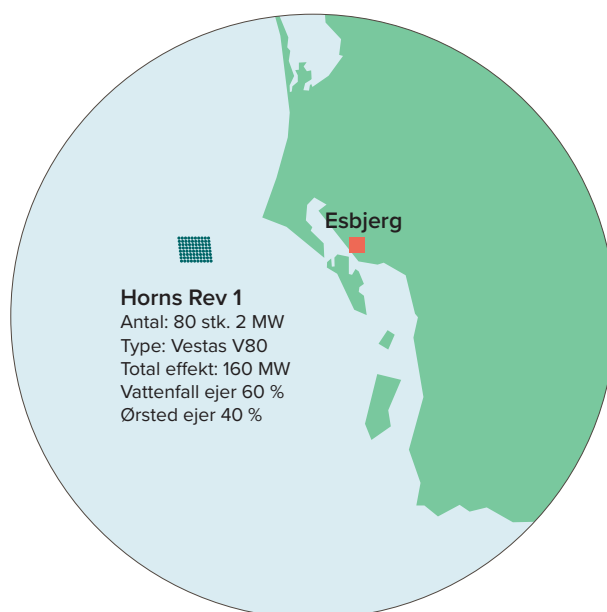


# Horns Rev 1



**Horns Rev 1** var størst og først med meget, da havmølleparken blev sat i drift i 2002.

Med 80 vindmøller var den verdens hidtil største havmøllepark. Den blev kendt overalt for både størrelsen og for at være den første til at anvende monopæle som fundamenter samt for placeringen af en transformestation på havet.





**Horns Rev 1 (2002)**  
80 Vestas V80 på 2 MW = 160 MW.  
Produktionen svarer til det årlige forbrug i  
150.000 danske husstande.



### Fundamentterne

Mens Horns Rev 1 var først med at anvende monopæle, som blev hamret ned i havbunden, så var teknikken velkendt, da Horns Rev 3 blev opført. 25 til 40 meter lange monopæle blev hamret ned i havbunden på op til 19 meters dybde. Det gule overgangsstykke blev monteret oven på monopælen, hvorefter tårn, nacelle og vinger blev monteret. Metoden er også anvendt på Danish Kriegers Flak, Vesterhav Nord og Vesterhav Syd.



### Kablet føres i land

Vejen fra havets vind til lyskontakten, fjernsynet eller opladeren til mobiltelefonen er ikke lige. Strømmen går via kilometervis af undersøiske kabler fra vindmøllerne og til havmølleparkens centralt placerede transformerstation. Herfra sendes strømmen videre gennem et søkabel og i land og derfra videre til højspændingsnettet. I land sørger en kabelstation for at justere spændingen ved overgangen fra søkabel til landkabel. Kablet føres videre under landjorden til flere transformerstationer inde i land, før strømmen kobles på højspændingsnettet og sendes ud til brugerne.



### Horns Rev 1

With its 80 Vestas V80 2 MW turbines, Horns Rev 1 was the world's largest offshore wind farm and the first with new solutions, when it was put into operation in 2002. With 80 wind turbines, it was the world's largest offshore wind farm to date. It became widely known for both its size and for being the first to use monopiles as foundations, as well as for the location of a substation at sea.

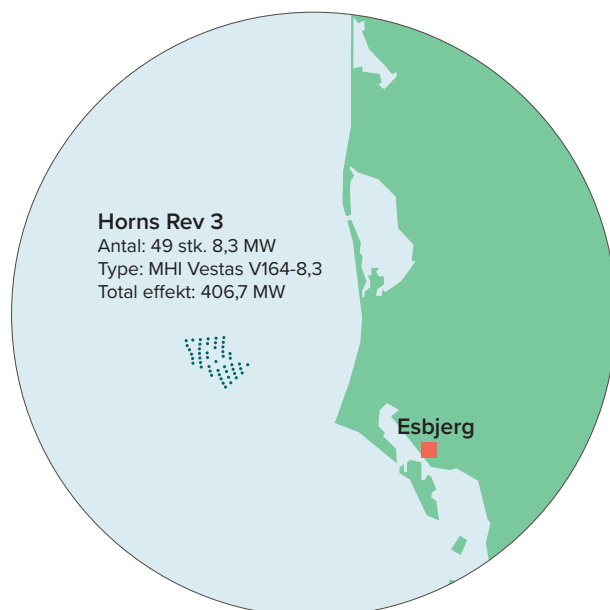


# Horns Rev 3



**Horns Rev 3** blev opført på samme måde som forgængeren, men med alle de erfaringer fra verdens dengang største vindmøllepark, som ingeniørerne og teknikerne havde gjort sig 16 år tidligere. Designet/ opstillingen af møllerne er dog anderledes for at sikre endnu bedre vindforhold for hver mølle.

Med 1,1 km til 1,5 km mellem vindmøllerne er afstanden over dobbelt så stor som på Horns Rev 1. Det samlede areal på 88 km<sup>2</sup> er derfor fire gange så stort som forgængeren på Horns Rev.







**Horns Rev 3 (2018-19)**  
49 Vestas V164 på 8 MW = 406,7 MW.  
Produktionen svarer til det årlige forbrug i  
425.000 danske husstande.



#### **Transformerstationen på havet**

Vindmøllens generator i nacellen - maskinhuset - genererer en spænding på 33 kV. På Horns Rev 3 sendes strømmen til transformerstationen, som står centralt placeret i havmølleparken. Selve platformen er hævet 17 meter over havoverfladen. Den 1800 tons tunge transformerplatform øger den elektriske spænding til 220 kV og sender så strømmen i land via et 30 centimeter tykt søkabel.



#### **MHI Vestas V164 8,3 MW**

Vindmøllerne på Horns Rev 3 er bygget efter samme princip som de 80 møller på Horns Rev 1. De har alle det klassiske gear til at omsætte energien fra rotorens omdrejninger til strøm. Illustrationen viser en Vestas V112, men princippet i den og ældre samt nyere vindmøller er det samme.



#### **Horns Rev 3**

Horns Rev 3 has 48 Vestas V164 8,3 MW turbines. The two turbine types are built with the classic gear to convert the energy from the revolutions of the rotor. The huge difference in the performance of the two turbines shows how far Vestas - and the other manufacturers - has reached in the development of even larger turbines in less than 20 years. The turbine innovation is ongoing.

# Fakta om Vattenfalls fem danske offshore vindmølleparker

	Horns Rev 1	Horns Rev 3	Kriegers Flak	Vesterhav Syd	Vesterhav Nord
Mølletype	V80-2.0 MW	V164-8,0 MW	SWT-8,4-167	SWT-8,4-167	SWT-8,4-167
Antal møller	80 (Vattenfall 48)	49	72	20	21
Kapacitet pr. mølle	2 MW	8 MW	8,4 MW	8,4 MW	8,4 MW
Samlet effekt	160 MW	406,7 MW	600 MW	170 MW	180 MW
Forventet årlig produktion	600.000.000 kWh	1.700.000.000 kWh	2.650.000.000 kWh	764.000.000 kWh	812.000.000 kWh
Antal husstande forsynet	150.000	425.000	600.000	170.000	180.000
Total højde inkl. vinge	110 meter	187 meter	Omkring 189 m	Omkring 190 m	Omkring 190 m
Tårnhøjde	70 meter	105 meter	104	109	109
Vingelængde	39 meter	80 meter	81,4	81,4	81,4
Fundament i havet	20-24 meter	25-39 meter	30-40 m	30-40 m	30-40 m
Vingediameter (rotor)	80 meter	164 meter	167	167	167
Nacelle (maskinhus) i meter	L: 13 H: 2,5	L:20,7 H: 9,3 B: 8,7	L:21 H:9,2 B:9,1	L:21 H:9,2 B:9,1	L:21 H:9,2 B:9,1
Vægt pr. vinge	6,5 ton	33 ton	34 ton	34 ton	34 ton
Vægt, nacelle	79 ton	381 ton	365 ton	370 ton	370 ton
Vægt, tårn	160 ton	350 ton	400 ton	400 ton	400 ton
Vægt, fundament	180-230 ton	420-706 ton	Maks. 900 ton	Maks. 900 ton	Maks. 900 ton
Samlet vægt	439-489 ton	1184-1470 ton	Maks 1699 ton	Maks. 1704 ton	Maks. 1704 ton
Startvind for elproduktion	4 m/sek.	4 m/sek.	3-5 m/sek.	3-5 m/sek.	3-5 m/sek.
Fuld produktion fra	13 m/sek.	14 m/sek.	12-14 m/sek.	12-14 m/sek.	12-14 m/sek.
Stopvind	25 m/sek.	25 m/sek.	25 m/sek.	25 m/sek.	25 m/sek.
Står på vanddybde	6-14 m	11-19 m	16-31 m	15-23 m	19-25 m
Afstand fra land	14-20 km	29-44 km	15-40 km	9-10 km	5,5-8,4 km
Afstand mellem møllerne	560 m	1,1-1,5 km	Ca. 700 m	Ca. 700 m	Ca. 700 m
Havmølleparkens areal	20 km <sup>2</sup>	88 km <sup>2</sup>	132 km <sup>2</sup>	55 km <sup>2</sup>	59 km <sup>2</sup>
I drift fra	2002	2019	2021	2024	2024
Mølleproducent	Vestas	MHI Vestas	Siemens Gamesa	Siemens Gamesa	Siemens Gamesa
Ejer	Vattenfall/Ørsted	Vattenfall	Vattenfall	Vattenfall	Vattenfall

Fotos: Vattenfall, P. Steen Nordhagen, Mikael Hansen, Mark Spronkmans, Deme Group, Energinet.dk, Mads Krabbe.



Trykt på genbrugspapir



Printed on recycled paper