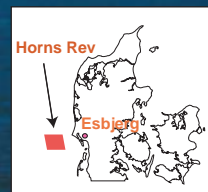


# Havmøllepark ved Horns Rev

## - vindstyrke 600 GWh

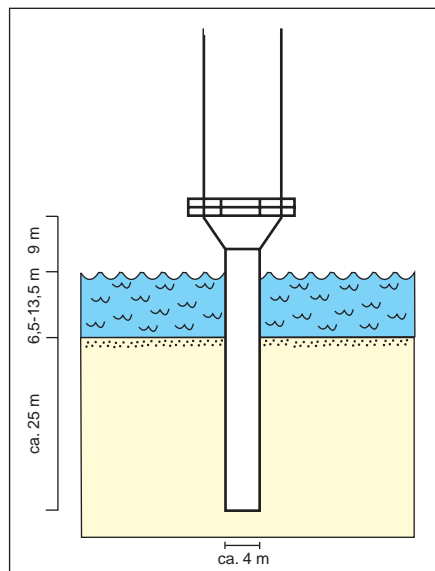


Et udsnit af vindmølleparken ved Horns Rev. Her står 80 af verdens største serieproducerede vindmøller. (Foto: Forfatteren)

Af geolog Ulla V. Hjuler, *GeologiskNyt*

Verdens indtil nu største havmøllepark syd for Horns Rev udgøres af 80 møller fordelt på 20 km<sup>2</sup>, og den forventede årlige elproduktion bliver 600 GWh, hvilket svarer til 150.000 husstandes forbrug. I forbindelse med en pressetur arrangeret af Elsam til Horns Rev var *GeologiskNyt* med for at se nærmere på Nordsøens vinddrevne mastodonter.

På en pressetur d. 20. marts i år præsenterede Elsam havmølleparken som en kombination af foredrag om projektet og sejlsads



Fundamenttypen "monopæl" er anvendt i mølleparken. (Grafik: Forfatteren)

tæt på møllerne. I den forbindelse blev den såkaldte "hoist-teknik" demonstreret, dvs. servicepersonale overføres vha. helikopter til vindmøllerne. Den sidste mølle blev koblet til 11. december sidste år, og i marts i år var de 78 møller i drift, mens de sidste to blev testet.

### Presseturen

På denne smukke torsdag morgen i marts næsten vindstille og med høj sol (temmeligt vigtigt, når man ikke er klar over sin egen sødygtighed!) stævnedes skibet ud med journalister fra både ind- og udland. Under selve sejlsadsen blev deltagerne fodret med oplysninger og morgenmad. Ved ankomst til vindmølleparken var der rig mulighed for at betragte de mange møller og tage billeder. Normalt er det ikke tilladt at sejle så tæt på møllerne, som skibet gjorde denne dag – bortset fra i service-øjemed. Dette er en sikkerhedsforanstaltning for at beskytte kabler og rørledninger. Det var ganske fascinerende at sejle rundt mellem de høje møller.

Efter en demonstration af hoist-teknikken kunne deltagerne atter kigge nærmere på parken og nyde den friske havluft, inden der ventede en fyrstelig frokost under dæk og mulighed for at diskutere dagens oplevelser.

Nedenfor kan læserne stifte bekendtskab med udvalgte tekniske specifikationer og generelle oplysninger om projektet.

### Selve møllen

Nu er det jo ikke sådan, at man bare lige smækker 80 vindmøller op – specielt ikke ude i Nordsøen, der jo kan være temmeligt barsk. Overvejelser vedrørende fundament,

erosions- og korrosionsbeskyttelse, adgangsforhold og vedligeholdelse er blot nogle af de ting, som man er nødt til at overveje nøje ved så stort et projekt.

Bunden udgøres af fast sand og grus til stor dybde. Elsam har valgt at benytte en såkaldt monopæl som fundamenttype (figuren til venstre) – fundamentets vægt ligger mellem 180 og 230 tons. Monopælen udgøres af et stålør, som rammes ned i havbunden. Dette gøres vha. en rambuk placeret på en specialpram med støtteben. Derefter løfter en kran på fartøjerne møllerne på plads. Nedramningsdybden er ca. 25 m.

Der blev opstillet en mølle pr. skib pr. dag, og når skibet var kommet i position, tog det omtrentligt fire timer at rejse møl-

**Også vandværkerne har brug for at lade idéerne gro**

Gode idéer der udspringer af erfaring og ekspertise fører frem til frugtbare løsninger. Vand-Schmidt har specialiseret viden inden for:

- Vandforsyningsanlæg
- Brøndboring
- Ledningsanlæg
- Projektering/rådgivning
- Service

- ring og få gode råd og uforbindende tilbud

**Vand-Schmidt a/s**  
Jernbanegade 5 • 6070 Christiansfeld  
Tlf. 74 56 11 11 • Fax. 74 56 32 69



Demonstration af hoist-teknikken – servicepersonale fires ned på én af vindmøllerne. (Foto: Elsam A/S)

len. Den samlede vægt pr. mølle ligger på mellem 439 og 489 tons. Transformatorstationen, som møllerne er forbundet til offshore, vejer omkring 1.400 tons – alt i alt er der ca. 37.000 tons udstyr i hele vindmølleparken! Parken blev altså ikke lige bygget på én dag.

Når en genstand placeres på sandet havbund, vil kombinationen af strøm og bølger relativt hurtigt lave en fordybning omkring det nedrammede stålrør. I en VVM-rederegørelse udarbejdet om projektet er denne borterodering vurderet til at være ca. en til to gange stålrørets diameter dvs. i størrelsesordenen 4-8 m dybt. Det er derfor nødvendigt at udlægge erosionsbeskyttelse (løse sten eller en betonplade) for at forhindre bundmaterialet i at forsvinde. På Horns Rev er der udlagt sten i en diameter på 25-30 m omkring hver mølle med en max. højde på ca. 1,5 m.

Møllerne er forbundet til en havplaceret transformatorstation via kabler i havbunden. Transformatorstationen opsamler den producerede el, og vha. et søkabel i havbunden er den forbundet med det overordnede elnet på land. Hele mølleparken kan reguleres efter produktionens og netforholdenes behov som et kraftværk via et

helt nyt og avanceret fjernkontrolanlæg. Vinden – eller manglen på samme – sætter naturlige begrænsninger.

Alle 80 møller er fra Vestas og er af typen V80-2,0 MW – den samlede effekt bliver således 160 MW. Den indbyrdes afstand mellem møllerne er 560 m, som er placeret i 10 nord-sydgående rækker med 8 møller i hver. Afstanden til land, fra den mølle der er tættest på, er 14 km – man skulle ikke kunne se møllerne fra land med det blotte øje. Møllerne er anlagt på en vanddybde, der varierer mellem 6,5 og 13,5 m.

Rotordiameteren er 80 m, og navhøjden ligger 70 m over havoverfladen, således at vingetippen kommer op i 110 meters højde. Den gennemsnitlige vindhastighed i 62 meters højde er anslået til ca. 9,7 m/s.

#### Reparation og vedligeholdelse

Pga. de barske forhold regner man med, at det op til 30 % af tiden ikke vil være muligt at få adgang til møllerne pga. for høje bølger. Den nærmeste havn, der kan anvendes til formålet, ligger 40 km fra parken. Der er derfor to alternative adgangsmuligheder: Et bådangangsarrangement ved fundamentet samt en helikopterhoist-plattform på det såkaldte nacelletag.

## Elsam

Elsam er den største producent af el og varme her i landet – det gælder også som producent af vedvarende energi med vindmøller (410 MW). De har 6 centrale kraftværker i Jylland og på Fyn, der udgør den primære produktionskapacitet (3.500 MW); desuden driver de flere decentrale kraftvarmeværker.

Elsams første vindmøllepark blev bygget i 1987, – i dag har Elsam omkring 500 vindmøller, der tilsammen har en kapacitet på mere end 400 MW. Møllerne ligger i størrelsesordenen fra under 100 kW op til 3,0 MW.

Ud over det nyeste projekt, Horns Rev, har Elsam bl.a. også opført Tunø Knob vindmøllepark i 1995, der ligesom vindmølleparken ved Horns Rev ligger offshore. Den består af 10 møller på 0,5 MW, som stadig kører.

I begyndelsen af 2003 blev der opført en vindmøllepark ud for Frederikshavn med 4 vindmøller – tilsammen 11 MW.

En 30 MW stor vindmøllepark i det nordvestlige Polen er netop opført og er i drift – dette har fordoblet Polens produktionskapacitet. Elsam deltager desuden i udviklingen af et omkring 300 MW stort offshoreprojekt ud for Blackpool i England i samarbejde med Shell og Celt Power.

Der er installeret forskellige instrumenter til fjernovervågning i møllerne, således at Elsam overvåger møllerne hele døgnet - Vestas supplerer med 24 timers teknisk backup. Der er ca. 10 personer knyttet til den daglige drift, og ved større reparationer kan der tilkaldes yderligere 10-15 personer.

Beregninger har vist, at hvis der er mere end tre fejl pr. mølle årligt, som kræver reparation på møllen, er det økonomisk set

## Dansk Geofysik arbejder med vand....

- Kortlægning af grundvandsressourcer
- Kildepladsundersøgelser
- Risikoanalyser
- Sporing af forureningskilder
- Opstilling af grundvandsmodeller
- Kortlægning af nedgravede tankanlæg og rør
- Kortlægning af råstoffer

## Dansk Geofysik

Kortlægning og rådgivning

Dansk Geofysik A/S    Tel. +45 86 20 50 80  
 Forskerparken    Fax. +45 86 20 97 88  
 Gustav Wiedes Vej 10    E-mail: dg@geofysik.dk  
 DK-8000 Århus C    Web: www.geofysik.dk



Det specielle kranskib anvendt til møllemontage ses bagest og i forgrunden et mindre skib, der kan anvendes til adgang ved vindmøllerne. (Foto: Forfatteren)

bedst at anvende helikopter, selvom helikoptertransport er dyrere. Til hovedrevision af parken vil der dog blive anvendt et større skib, og man regner med i snit to ordinære servicebesøg på hver mølle pr. år. Møllens levetid er anslået til ca. 20 år

#### Sikkerhed

I forbindelse med servicearbejde på møllerne kræves der ekstra sikkerhed, og derfor har servicefolkene været på offshore-kurser og desuden haft udvidet førstehjælp. Hver vindmølle indeholder koge- og varmeapparat, toilet, ildslukkere, førstehjælpsudstyr, 4 soveposer og liggeunderlag samt 12 måltider og vand i tilfælde af rigtigt dårligt vejr, hvor folkene ikke kan komme tilbage på land. Hvert servicehold har mindst to VHF-radioer, så de kan kontakte land i nødstilfælde.



Vue over vindmølleparken. (Foto: Forfatteren)

#### Præstationer

Danmark er det land i verden, der eksporterer flest vindmøller, og hele industrien beskæftiger mere end 15.000 mennesker. Med en eksport på flere milliarder er vindmølleindustrien en af landets største eksportsektorer.

Via vindkraft kan man imødegå de internationale forpligtelser til at reducere emissioner (Kyoto-aftalen – reduktion af CO<sub>2</sub> og generelle nationale målsætninger). CO<sub>2</sub>-udledningen skal reduceres med 21 % i det kommende årti.

Den samlede produktion For Horns Rev vil ideelt komme til at ligge på ca. 600 GWh/år – det skulle kunne dække 150.000 husstandes behov eller knap 2 % af danskernes elforbrug. Dette svarer til en årlig emissionsreduktion på 475.000 tons CO<sub>2</sub>, 900 tons SO<sub>2</sub>, 840 tons NO<sub>x</sub> samt 31.000 tons slagger/flyveaske. Dette harmonerer ganske godt med dansk vindpolitik.

#### Virksomheder på miljøet?

Fordelen ved at anlægge mølleparker til havs er i første omgang, at hver mølle opnår en halv gang så stor produktion, som hvis den havde ligget på land. Desuden virker de ikke så forstyrrende på havet som



En mølle besøges via båd. (Foto: Forfatteren)

#### Fakta om Horns Rev vindmøllepark

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| Mølletype                    | Vestas V80 - 2 MW  |
| Samlet effekt                | 160 MW             |
| Forventet årlig produktion   | 600.000.000 kWh    |
| Rotordiameter                | 80 m               |
| Navnhøjde                    | 70 m               |
| Vægt, vinge                  | 6,5 tons           |
| Vægt, møllekabine            | 79, tons           |
| Vægt, tårn                   | 160 tons           |
| Vægt, fundament              | 180-230 tons       |
| Samlet vægt pr. mølle        | 439-489 tons       |
| Startvind                    | 4 m/s              |
| Fuld produktion fra          | 13 m/s             |
| Stopvind                     | 25 m/s             |
| Middelvind i 62 meters højde | 9,7 m/s            |
| Maksimal bølgehøjde          | 8 m                |
| Vanddybde                    | 6-14 m             |
| Afstand fra land             | 14-20 km           |
| Afstand mellem møllerne      | 560 m              |
| Vindmølleparkens areal       | 20 km <sup>2</sup> |
| Samlet anlægspris            | 2 mia. kr.         |

på landjorden, vil mange sikkert konstatere.

Der vil i forbindelse med projektet blive lavet en større undersøgelse af parkens påvirkning af dyre- og planteliv bl.a. fugle, sæler, marsvin og fisk. Men da opførelse af vindmøller offshore er så ny en teknologi, kender man ikke eventuelle indvirkninger på omgivelserne. Hvis der skulle opstå nogle virkninger, vil de derfor vise sig i løbet af de kommende år.

Kilder:

Noter udleveret på presseturen (Elsam)

[www.hornsrev.dk](http://www.hornsrev.dk)

**FALKENBERG**  
A/S MILJØRÅDGIVNING

- Undersøgelser
- Oprydning
- Risikovurdering
- In-situ
- Projektering
- Monitering

---

Vassingerødvej 145, Lyngø  
Tlf: + 45 48 18 75 66

Herningvej 36, Nykøbing F  
Tlf: +45 54 82 45 65

---

[www.falkgeo.dk](http://www.falkgeo.dk)  
[falkenberga@falkgeo.dk](mailto:falkenberga@falkgeo.dk)