

HAVMØLLER PÅ MIDDELGRUNDEN

Forundersøgelser, fase 2 og 3



Københavns Miljø- og Energikontor

September 2000

Rapporten er udgivet i et samarbejde mellem

Københavns Miljø- og Energikontor (KMEK) og
Middelgrundens Vindmøllelaug I/S

En del af forundersøgelserne er gennemført i samarbejde med

Københavns Energi og
SEAS Vindkraftvidenscenter

Udarbejdelse af rapporten er støttet af Energistyrelsen.

Rapporten kan rekvireres hos KMEK for kr. 125 inkl. moms.

Rapporten kan frit hentes på *laugets* hjemmeside www.middelgrunden.dk

Forfattere

Hans Chr. Sørensen og **Stefan Naef**

EMU, Energi & Miljø Undersøgelser

Blegdamsvej 4, 2200 København N

Tlf. 3536 0219, Fax. 3537 4537

EMU@emu-consult.dk

Jens H. Larsen

KMEK, Københavns Miljø- og Energikontor

Blegdamsvej 4 B, 2200 København N

Tlf. 3537 3636, Fax. 3537 3676

knek@sek.dk

ISBN 87-986690-3-6

Indholdsfortegnelse

1	<i>Sammenfatning</i>	3
1.1	Summary	5
2	<i>Indledning</i>	9
2.1	Rapportens formål og struktur	9
2.2	Starten og parterne	10
3	<i>Resumé over udviklingen i projektet</i>	12
3.1	Ansøgning om principgodkendelse	12
3.2	Forberedende arbejde	12
3.3	Etablering af Middelgrundens Vindmøllelaug I/S	12
3.4	Ansøgninger til Energistyrelsen om bevillinger.....	13
3.5	Lovgivning, planlægning og politik.....	13
3.6	Undersøgte udformninger og placeringer af vindmølleparken.....	14
3.7	Den endelige og godkendte udformning af parken.....	15
4	<i>Samarbejde med kraftværkerne</i>	17
4.1	Baggrund for samarbejdet	17
4.2	Projektgruppen	17
4.3	KE-aftalen	17
4.4	Tekniske undersøgelser og planlægning	18
4.5	Valg af leverandører og teknologi.....	18
4.6	Nettilslutning	20
5	<i>Vindvurdering og produktion fra vindmølleparken</i>	21
5.1	Målemast	21
5.2	Vindressourcen.....	21
5.3	Elproduktion	22
6	<i>Valg af mølle</i>	23
6.1	Prækvalifikation.....	23
6.2	Bonus	23
6.3	Vestas	23
6.4	Tacke	23
6.5	Særlige offshore foranstaltninger	23
7	<i>Valg af funderingsmetode</i>	25
7.1	Resultat af licitationen.....	25
7.2	Funderingskoncepter	26
7.3	Vurdering af geotekniske forhold	28
7.4	Vurdering af miljøforhold.....	29
7.5	Risiko for påsejling.....	30
7.6	Ispåvirkning af fundamenter	31
7.7	Fastlæggelse af bygge- og anlægsproces.	31

8	<i>Nettilslutning</i>	32
8.1	Hvem skal betale?.....	32
8.2	Valg af system for nettilslutning.....	32
9	<i>Myndighedsbehandling og godkendelser</i>	34
9.1	Planmæssige forhold på Middelgrunden.....	34
9.2	Første høringsrunde.....	35
9.3	Anden høringsrunde.....	36
9.4	Principgodkendelsen.....	37
9.5	Redegørelse for vurdering af virkning på miljøet (VVM).....	38
9.6	Den endelige godkendelse.....	40
9.7	Opfølgning på VVM redegørelsen og på den endelige godkendelse.....	40
10	<i>Samlet anlægs- og driftsbudget</i>	47
10.1	Anlægsbudget.....	47
10.2	Driftsøkonomi.....	48
10.3	Forsikring.....	51
11	<i>Organisation af Middelgrundens Vindmøllelaug</i>	53
11.1	Organisationsform.....	53
11.2	Usikkerheder.....	54
11.3	Etablering af <i>lauget</i>	54
11.4	Forhåndstegning og salg af andele.....	55
11.5	Andele for 170 millioner kr.....	56
11.6	Administration.....	57
11.7	Hjemmeside.....	58
11.8	Erfaringer og konklusion vedrørende organisation.....	59
12	<i>Finansiering</i>	60
12.1	Finansiering.....	60
12.2	Sikkerhedsstillelse.....	60
13	<i>EU-ansøgning, 5. rammeprogram</i>	62
14	<i>Information</i>	63
15	<i>Konklusion og anbefalinger</i>	64
16	<i>Referencer</i>	67

Bilag 1. Oversigt over begivenheder.

Bilag 2. Oversigt over bevillinger fra Energistyrelsen.

Bilag 3. Projektgruppe.

Bilag 4. Energistyrelsens godkendelse.

Bilag 5. Afmærkning af møller.

Bilag 6. Notat af professor Berhard Gomard.

Bilag 7. KE-aftalen.

Bilag 8. Undersøgelse af finansiering, Green Globe Int.

Bilag 9. Tilbud om finansiering fra banker.

Bilag 10. Presseklip.

Bilag 11. Brochurer fra lauget.

1 Sammenfatning

Rapporten beskriver en række forhold og undersøgelser gennemført i forbindelse med etablering af Middelgrundens Vindmøllelaug I/S og verdens største havbaserede vindmøllepark på Middelgrunden. Rapporten er en afrapportering af Energistyrelsens bevilling på 4,05 mio. kr. til gennemførelse af relevante forundersøgelser (fase 2 og 3). Rapporten omhandler primært forhold vedrørende Middelgrundens Vindmøllelaug, forkortet *lauget*. Rapporten beskriver i et vist omfang også forhold fra den senere etableringsfase, der falder uden for Energistyrelsens bevilling.

I afsnit 2 beskrives baggrunden for etableringen af vindmølleparken. Målsætningen som et Agenda 21 projekt beskrives.

I afsnit 3 gives et resumé af projektets udvikling fra starten i 1996 til juli 2000. Dette afsnit er suppleret med en kronologisk oversigt i stikordsform, bilag 1.

I afsnit 4 omtales samarbejdet med kraftværkerne. Fordele og ulemper behandles. Det har for *lauget* været en fordel, at kraftværkerne har suppleret med viden og erfaring fra udbudsprocedurer, givet sikkerhed for at ikke solgte andele kunne afsættes, samt ydet sikkerhed for afsætning af produktionen på et tidspunkt, hvor der var stor usikkerhed om, hvad elreformen ville betyde. Det har været en binding, at det har været nødvendigt at følge EU's udbudscirkulære. Der har i samarbejdet kun været delte meninger om valg af princip for nettilslutning, hvilket imidlertid blev løst.

I afsnit 5 beskrives vindforholdene på Middelgrunden baseret på Risøs målinger på en målemast placeret på Middelgrunden. Konsekvenserne for energiproduktionen er beregnet og sammenlignet med forhold i det øvrige Danmark. Det fremgår, at der er afvigende forhold, da der er mere vind fra syd og øst.

Afsnit 6 beskriver valget af møller. Et valg der stod mellem de tre producenter der bød ved licitationen: Bonus, Vestas og Tacke. Reglerne for udbud efter forhandling forhindrer en mere detaljeret beskrivelse af forhandlingerne.

I afsnit 7 beskrives resultaterne af licitationen for fundamenter. Endvidere omtales en række forhold, der har været af afgørende betydning for valg af funderingsprincippet: gravitationsfundamenter. I den forbindelse gennemgås en række funderingskoncepter: gravitationsfundament i beton eller stål, monopæl, kunstig ø samt ophængt fundament. De geotekniske forhold, miljøforhold, risiko for påsejling og påvirkning fra is omtales.

Afsnit 8 behandler forhold vedrørende nettilslutning.

I afsnit 9 gennemgås den omstændelige godkendelsesprocedure, som projektet har gennemgået. Projektet har været gennem 3 høringer, hvoraf den sidste var en VVM høring. Den endelige godkendelse gennemgås, herunder opfølgningen på VVM redegørelsen. Sidstnævnte omfatter marinarkæologiske undersøgelser, undersøgelser af flora og fauna samt spredning af sediment. Slutteligt gennemgås de mest markante indsigelser fra VVM redegørelsen og deres konsekvenser for projektet.

I afsnit 10 omtales *laugets* anlægs- og driftsbudget samt forsikringsforhold. Der gives en analyse af usikkerhedsparametre.

I afsnit 11 behandles organisationen af *lauget*. Forskellige organisationsformer er blevet undersøgt. Professor Gomard fra Handelshøjskolen nåede frem til, at K/S modellen kunne anvendes uden at komme i modstrid med Energistyrelsens overordnede målsætning. *Laugets* ledelse fandt det imidlertid uklogt at ændre struktur under *laugets* opbygning. Usikkerheden i opbygningsfasen forårsaget af elreformen beskrives. Der gives en redegørelse for *laugets* formelle stiftelse samt afholdte interessentskabsmøder. Forløbet af forhåndstegning og salg beskrives, herunder gives en oversigt over fordeling af andele på andelshavere. Den administrative håndtering og omkostningerne forbundet med administration af *lauget* omtales. Afsnittet afsluttes med en delkonklusion om organisationsforhold.

I afsnit 12 behandles finansieringen, der er meget anderledes for et laugsbaseret projekt i forhold til et traditionelt anlægsbudget. *Laugets* specielle problem som I/S selskab, hvor der ikke må stiftes gæld omtales. Disse problemer diskuteres også for byggefasen, idet det ikke var muligt at stille sikkerhed som følge af vedtægternes bestemmelse om ikke at stifte gæld. Problemerne blev løst i et samarbejde med Københavns Energi og flere af leverandørerne.

I afsnit 13 omtales, at der har været søgt EU-støtte til Middelgrunden, som demonstrationsprojekt for de mange havbaserede vindmølleparker der ventes etableret i de kommende år. Projektforslaget opnåede ikke støtte, idet det ikke blev evalueret højt nok af Kommissionens eksperter. En mulig forklaring herpå gives.

Afsnit 14 omtaler information til offentligheden og andelshavere gennem brochurer, Internet, artikler, interview til radio og TV samt pressemeddelelser. Udvalgte presseklip og tegningsmateriale samt den seneste brochure er gengivet i bilag 10.

Konklusioner og anbefalinger er givet i afsnit 15.

En udførlig referenceliste med 46 henvisninger er angivet i afsnit 16.

I bilag 1-11 er gengivet en række baggrundsdokumenter og -notater, som ikke er tilgængelige via bibliotekerne.

1.1 Summary

This report describes the feasibility study done on the wind farm at Middelgrunden and the cooperative Middelgrundens Vindmøllelaug I/S the largest wind farm cooperative in the world with more than 8000 members. It is the final report on the investigations financed by the DKK 4.05 million grant from the Danish Energy Agency. The report deals in particular with the activities carried out in relation to the Middelgrundens Vindmøllelaug (the cooperative). Activities during the construction phase of the farm are only dealt with to some extent.

Chapter 2 describes the background as an Agenda 21 activity and presents the partners behind the project.

Chapter 3 summarizes the development in chronological order from the very beginning in the autumn 1996 to the final permission from the Danish Energy Agency was given in December 1999. The first feasibility study from 1997 reported earlier is mentioned. The establishment of the cooperative and the grant from the Danish Energy Agency enabling the cooperative to make the feasibility studies is mentioned. The planning procedure and the regulations dealing with cooperatives involved in offshore wind farms are described. Finally the physical layout of the farm is presented.

In Chapter 4 the joint working group with the power utilities is described. Advantages and disadvantages for a cooperative engaging in such a working group are analyzed. The disadvantage being that the cooperative had to follow the EU directives for public tender procedure. On the other hand working together with the utilities has given the possibility of utilizing their knowledge regarding public tender. Furthermore it has been an advantage that the utilities guaranteed the project if not all shares were sold.

Chapter 5 gives the wind condition at the Middelgrunden, based on meteorological data obtained by Risø National Laboratory from a measurement mast situated a few hundred meters west of the site. The data shows a mean wind velocity at 7.2 m/sec in 50 meters height. Based on a typical power curve from one of the turbine manufactures a power production of 3.99 to 4.25 GWh is expected depending on the rotor diameter (60 to 75 m).

Chapter 6 describes the choice of wind manufacturer in brief. The rules regarding the tender procedure does not allow for details.

Chapter 7 describes the considerations behind the choice of foundation principle. Several types of support structure have been investigated: gravity foundation in concrete or steel, mono-pile, suspended foundation, and building an artificial island. Finally a call for tender allowing a gravity foundation in steel or concrete, or a mono-pile solution was made. The result was that in almost every tender the concrete gravity solution was about 20% cheaper than the steel solution. A mono-pile solution seems to be too expensive, partly because of the Copenhagen Limestone, and partly because of the actual combination with few units and a short distance from shore to the offshore site. The design parameters for the seabed are described and pollution data of the former waste deposits are given. Finally the increased safety for ships in relation to collision with the reef or the wind turbines is discussed.

Chapter 8 deals with the grid connection and the power system within the wind farm. The turbines are producing electricity at the 690V level, which in each turbine is transformed by a

dry transformer into 30kV. Two parallel cables are connecting the center of the wind farm to the power plant Amagerværket 3.2 km ashore.

Chapter 9 describes the detailed procedure leading to final approval of the wind farm by the authorities. The project has gone through three different public hearings including the final based on an Environmental Impact Assessment (EIA). The EIA includes the studies of marine archaeology, influence on flora and fauna, noise propagation and dispersal of sediments from digging out foundation areas and sailing canals. The main opponents to the EIA study are presented and the consequences for the project described. Especially the demand for signal lights on the turbine tower and the compensation to the fishermen are described.

Chapter 10 presents the budgets for the construction costs and the running costs and income. The total costs for establishing the cooperative part of the wind farm are DKK 172 million. The estimated annual production is 44 GWh and the price of one share, equalizing a yearly production of 1,000 kWh, is DKK 4,250.

Chapter 11 describes the organization of the cooperative. Different constitutional forms have been investigated and analyzed by Professor Gomard from the Copenhagen Business School. He pointed to one other possibility than the chosen still in accordance with the basic assumption given by the Danish Energy Agency. The uncertainty caused by the liberalization of the electricity market in Denmark is described. Finally the establishment of the cooperative, the development in sold shares, and the administration of the cooperative are dealt with. The chapter contains a summary and recommendations for future offshore wind cooperatives.

Chapter 12 goes through the financing of cooperative offshore wind farms. The special conditions for cooperatives based on the I/S form with joint and several liabilities are discussed. The problems for the Middelgrunden project have been solved through cooperation with the Copenhagen Energy Utility and the different contractors.

Chapter 13 describes the effort having the project accepted as a demonstration project within the EU 5th Framework program. Unfortunately the proposal did not get support even though valuable information for future off shore projects could have been obtained.

Chapter 14 describes the information and PR material used and the contact to the press during the preparation period. Relevant examples of press material are given in appendix 10.

Conclusions and recommendations are given in Chapter 15. Among the conclusions can be mentioned:

- The organization of a cooperative of this size has to be prepared very carefully.
- The dialogue with all parties of interests is very important when a site close to a capital is chosen.
- Financial support from the Government for the feasibility study is essential when dealing with a cooperative, if dependence of the contractors, i.e. the turbine manufacturer, wants to be avoided.

The reference list given in chapter 16 contains 46 titles including 3 papers in English presented at three different conferences in year 2000.

Sammenfatning

Appendix 1-11 contains document not available through public libraries.

Appendix 1. Time list for the project.

Appendix 2. Summary of the three phases of the Danish Energy Agency support.

Appendix 3. The project management group.

Appendix 4. Danish Energy Agency final approval.

Appendix 5. Correspondence dealing with the demand for signal light on the turbine tower.

Appendix 6. Note dealing with the constitutional form by professor Berhard Gomard.

Appendix 7. The agreement with the Copenhagen Utility (KE).

Appendix 8. Analyze of different financing possibilities, Green Globe Int.

Appendix 9. Financiering offers from banks.

Appendix 10. Selected print from the publicity about the wind farm.

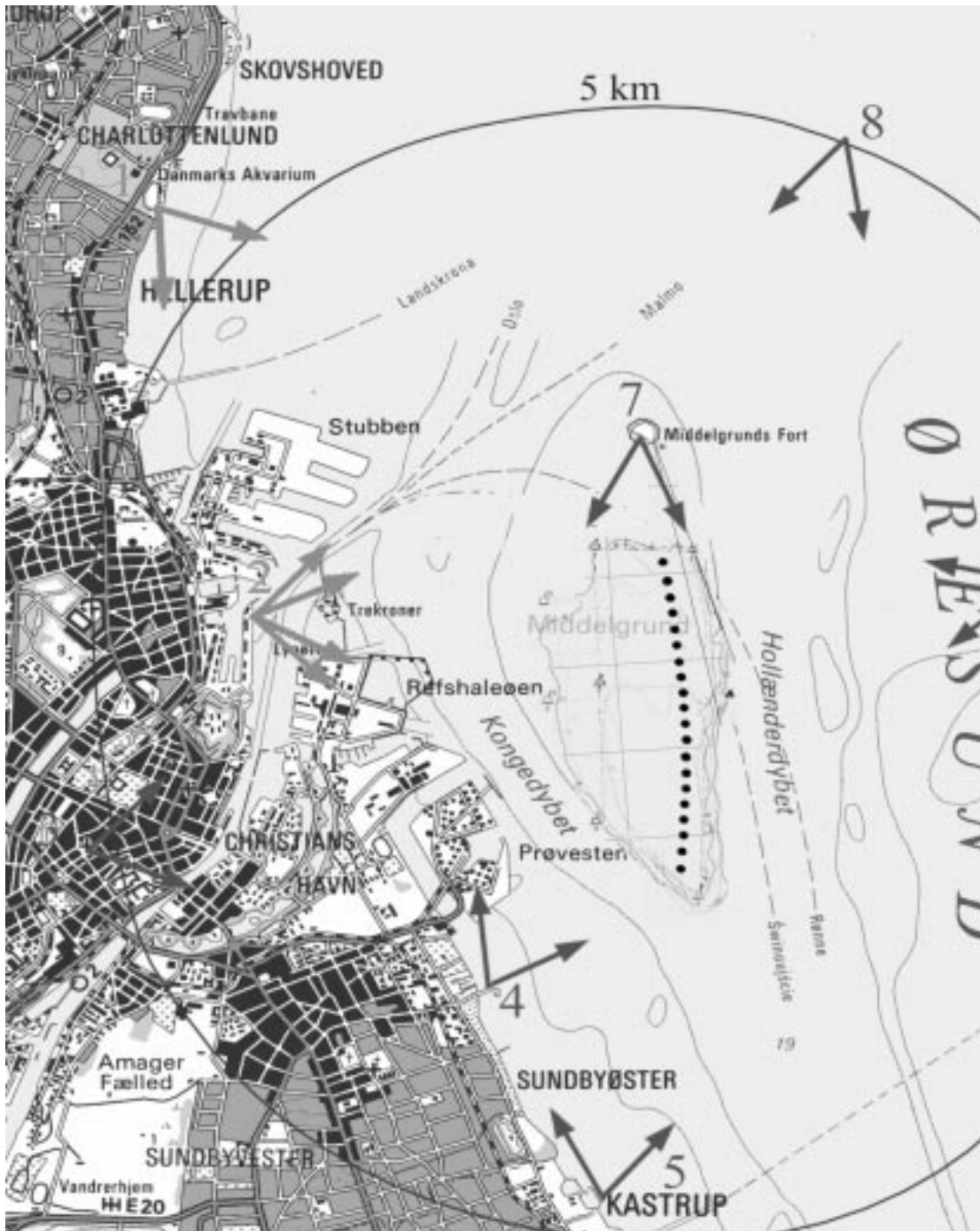
Appendix 11. Prospects from the cooperative.

2 Indledning

I dette afsnit berettes om formålet med rapporten og projektet på Middelgrunden.

2.1 Rapportens formål og struktur

I oktober 1997 udkom rapporten *Vindmøllepark på Middelgrunden, Forundersøgelser fase 1a /31/*. Formålet med denne var at afrapportere projektets første fase, som var støttet med en bevilling fra Energistyrelsen. Rapporten konkluderede på baggrund af de gennemførte undersøgelser, at det teknisk, miljømæssigt og økonomisk set, var realistisk at gennemføre det foreslåede projekt.



Figur 2.1 Plan over møllerne (pile angiver fotopunkter for visualisering).

Nærværende rapport har til formål at afrapportere de to efterfølgende bevillinger (fase 2 og 3) fra Energistyrelsen. Derudover skal den tjene som inspiration og vejledning for personer og organisationer, der i fremtiden ønsker at etablere havbaserede vindmøllelaug. Vægtningen af materialet i rapporten er præget af dette formål.

Rapporten indeholder, ud over de resultater der er opnået i forbindelse med Energistyrelsens bevilling, også en del af de erfaringer, der er høstet under det efterfølgende anlægsprojekt.

Rapporten er struktureret som et kompromis imellem den faktiske kronologi i Middelgrundsprojektets tilbliven og den forventede kronologi ved gennemførelsen af fremtidige laugsbaserede havvindmølleparker.

2.2 Starten og parterne

Igennem en årrække har en personkreds bestående af privatpersoner og græsrodsorganisationer arbejdet for, at det også skulle være muligt for private i Københavnsområdet at medvirke til at fremme den danske udbygning med vedvarende energi. Man kan anskue disse aktiviteter som Agenda 21¹ virksomhed.

Da der er meget begrænsede placeringsmuligheder for vindmøller på land i københavnsområdet, blev opmærksomheden tidligt rettet mod det lavvandede område Middelgrunden syd for Middelgrundsfortet. Herfra er der forholdsvis kort afstand til Amagerværket, der er et ideelt nettilslutningspunkt.

Erfaringer fra de to havvindmølleprojekter ved Vindeby og på Tunø Knob viste, at på trods af forholdsmæssigt høje anlægsomkostninger er produktionsomkostningerne blevet rimelige, idet produktionen er væsentligt større og driftsudgifterne mindre end forudsat. Derfor betød fremkomsten af større, bedre og billigere vindmøller, at det blev realistisk at etablere en havvindmøllepark på Middelgrunden, som alternativ til vindmøller på land. Efter færdiggørelsen af vindmølleparken på Lynetten i 1996 havde en kreds af private, herunder medlemmer af Lynettens Vindkraft og Københavns Miljø- og Energikontor, fået mod på at kaste sig ud i arbejdet med at etablere verdens største vindmøllelaug.

Gruppen af personer som tog initiativ til Middelgrundens Vindmøllelaug kaldes Arbejdsgruppen for vindmøller på Middelgrunden og forkortes i det følgende til *Arbejdsgruppen*.

Middelgrundens Vindmøllelaug I/S blev stiftet i 1997 (se nærmere i afsnit 3) og tegnes i dag af *laugets* ledelse.

Middelgrundens Vindmøllelaug og Københavns Miljø- og Energikontor har modtaget bevillingerne til nærværende forundersøgelser og bevillingerne er administreret af Københavns Miljø og Energikontor.

Københavns Miljø- og Energikontor fungerer i dag som sekretariat for Middelgrundens Vindmøllelaug.

Københavns Belysningsvæsen (KB) skiftede i slutningen af 1999 navn til Københavns Energi (KE). Selvom selskabet har heddet KB i størstedelen af samarbejdsperioden, vil der i denne rapport alene blive anvendt forkortelsen ”KE”.

¹ Dette begreb stammer fra konklusionen på FN's Rio-konference i 1992.

SEAS Vindkraftvidenscenter har stået for vindmålingerne på Middelgrunden, som delvist er finansieret af nærværende forundersøgelser. SEAS er af de to bygherrer Middelgrundens Vindmøllelaug og Københavns Energi udpeget som projektleder for anlægsarbejdet med mølleparken (se også afsnit 4, samt bilag 3)

3 Resumé over udviklingen i projektet

I dette afsnit gives et resumé af projektets udviklingsforløb fra starten i 1996 til juli 2000. I bilag 1 findes en kortfattet oversigt i kronologisk rækkefølge.

3.1 Ansøgning om principgodkendelse

I september 1996 inviteres Københavns Energi til et offentligt møde om mulighederne for en havmøllepark på Middelgrunden. Samtidig indsender *Arbejdsgruppen* og Københavns Energi hver sin ansøgning til Energistyrelsen om principgodkendelse til at etablere havmølleparken. Efterfølgende blev de to ansøgninger samarbejdet, således at Energistyrelsen kun skulle behandle én ansøgning.

3.2 Forberedende arbejde

Lynettens Vindkraft blev stiftet og etableret udelukkende ved brug af frivillig arbejdskraft. Denne model kunne imidlertid ikke anvendes ved dette projekt, idet alene *laugets* del af projektet ville blive mere end 10 gange så stort, og fordi projektet var så kompliceret, at det var usikkert, om det overhovedet ville kunne godkendes i den sidste ende. Så selvom der - specielt i startfasen - er blevet lagt mange frivillige arbejdstimer, var der udsigt til, at der ville opstå et stort behov for at benytte lønnet arbejdskraft og konsulentbistand. Det var derfor en forudsætning for et laugsbaseret engagement, at der kunne opnås økonomisk støtte hertil.

I stedet for at søge støtte fra det offentlige kunne *Arbejdsgruppen* på et tidligt tidspunkt have indgået en bindende aftale med en vindmølleproducent, der så i sidste ende ville få finansieret forundersøgelserne gennem prisen på møllen. Denne model var imidlertid problematisk fordi samarbejdspartneren KE var forpligtiget til at sende sin del af anlægget i licitation. Ydermere ville det, især på daværende tidspunkt, være vanskeligt at vælge den rette producent, idet havvindmøller var langt fra at være markedsmodne.

I første omgang fik *Arbejdsgruppen* i december 1996 bevilget støtte på 100.000 kr. fra "Den Grønne Fond". Pengene gik til at fremstille en informationsbrochure om projektet, således at tegningen af laugsmedlemmer kunne starte.

Udkast til budget blev udarbejdet i foråret 1997. Andelsprisen blev vurderet til 4.500 kr. I afsnit 10 er redegjort for det endelige budget på 4.250 kr./andel.

Ved finanslovsforliget for 1997 blev der sat penge af med det formål at støtte det private engagement i opførelsen af havvindmøller. På den baggrund søgte *Arbejdsgruppen* den 14. januar 1997 Energistyrelsen om 4,3 mio. kr. til projektforbereelse og forundersøgelser (fase 1a, 1b og 2). Den 22. maj 1997 bevilgede Energistyrelsen 1,0 mio. kr. til fase 1(a). Denne bevilling blev senere på året øget med 125.000 kr.

3.3 Etablering af Middelgrundens Vindmøllelaug I/S

Ugen efter bevillingen til fase 1 kunne der den 28. maj 1997 afholdes stiftende interessentskabsmøde i Landstingssalen på Christiansborg. Efter mødet var Middelgrundens Vindmøllelaug I/S en realitet og havde 800 medlemmer, der tilsammen havde forhåndstegnet ca. 2.500 andele.

3.4 Ansøgninger til Energistyrelsen om bevillinger

Energistyrelsen valgte at opdele ansøgningen i 3 faser. Den første fase omfattede de forhold, der kunne være ”dræbende” for projektet. Denne fase er betegnet fase 1(a) og er rapporteret i /31/.

Nærværende rapport omfatter de to efterfølgende faser:

- Fase 2, der omhandler de tekniske undersøgelser, der kan føre frem til en principgodkendelse fra Energistyrelsen samt en analyse af forskellige laugsmodeller.
- Fase 3, der omhandler udarbejdelse af VVM redegørelse og efterfølgende høring samt opbygning af basisorganisationen for et laug med mere end 8.000 medlemmer.

Bevillingernes størrelse er henholdsvis 3,0 mio. kr. og 1,05 mio. kr. En mere detaljeret beskrivelse findes i bilag 2.

3.5 Lovgivning, planlægning og politik

I udgangspunktet fandtes der ikke et tilstrækkeligt plan- og lovgivningsmæssigt grundlag til at opnå en godkendelse til at opføre vindmøller på Middelgrunden. For *laugets* vedkommende var der endvidere ikke lovgrundlag for nettilslutning af vindmøllerne. De spørgsmål, der har trængt sig mest på, har været:

- Hvem står for myndighedsbehandlingen?
- Hvilken form for organisation kan *lauget* anvende?
- Hvem skal betale for nettilslutningen?
- Hvilken afregningspris kan forventes?
- Konsekvenser af elreformen?

Disse spørgsmål har taget megen opmærksomhed, og det har til tider forekommet usikkert, om det overhovedet var muligt at få alle brikker på plads inden for en overskuelig årrække.

En del af grundlaget for Energistyrelsens projektgodkendelse er skabt gennem nærværende forundersøgelser.

Også efter projektgodkendelsen er der dog opstået usikkerhed om eksempelvis myndighedskompetence og konsekvenserne af elreformen.

3.5.1 Lovgivning for privates engagement i havvindmøller

Det er nyt, at private borgere har mulighed for at engagere sig i opstilling af havvindmøller. Regelsættet herfor er blevet til parallelt med den langvarige og grundige myndighedsbehandling af nærværende projekt. Den langvarige og komplicerede myndighedsbehandling må til dels tilskrives, at der parallelt hermed har verseret et omfattende reformarbejde, der har fået vidtgående konsekvenser for hele elsektoren, og at de betingelser, der kom til at gælde for projektet på Middelgrunden, ville kunne skabe præcedens i forhold til vilkårene for efterfølgende havvindmøllelaug.

Det har været *laugets* holdning, at i det omfang, der kan opnås tilladelse til at opføre privatejede vindmøller indenfor søterritoriet², skal der gælde de samme vilkår som for møller på land, hvad angår afregningen af den producerede el.

² Indtil 3 sømil fra land.

Resultatet er blevet, at nettilslutningen internt i parken betales pro rata af bygherrerne, mens kablet ind til tilkoblingspunktet på land betales af transmissionsselskabet. For Middelgrundsprojektets vedkommende gælder det endvidere, at der indtil videre ikke skal betales transmissionsafgift for brugen af kablet. Der er ingen sikkerhed for, at de samme vilkår vil gælde for fremtidige havvindmøllelaug. Energistyrelsen henviser i denne sammenhæng til, at fremtidige regler vedrørende nettilslutning af havvindmøller først udmøntes, når den ny elforsyningslov træder i kraft.

Energistyrelsen har bekræftet, at Middelgrundens vindmøllelaug forventes at blive afregnet efter reglerne i elreformaftalen af 3. marts 1999. Dette er dog betinget af, at kapitel 9 i lov om elforsyning (Lov 375) bliver godkendt i EU.

3.5.2 Betydningen af politiske relationer

Da det fornødne plangrundlag ikke umiddelbart var til stede, har det været en uomgængelig forudsætning, at der var politisk opbakning til idéen og til det konkrete projekt.

Den første skelsættende begivenhed var, at Enhedslisten foranledigede, at der blev afsat penge på finansloven for 1997 til undersøgelse af muligheden for laugsdeltagelse i etableringen af havvindmøller.

Dernæst var det vigtigt, at Københavns Borgerrepræsentation (BR) godkendte projektet som sådan og vedtog, at KE kunne samarbejde med *lauget*. Senere indstillede BR, at det kommunalt ejede KE kunne opføre deres del af parken³. Endelig accepterede Energistyrelsen, at KE's deltagelse kunne ske som led i opfyldelsen af kraftværkernes 3. vindmølleaftale for opstilling af møller på land.

Der har været udstrakt opbakning til projektet fra flertallet af såvel politikere som politiske partier. Forundersøgelserne har skabt mulighed for en politisk dialog om projektet.

Selv om det må forventes, at Energistyrelsens behandling af ansøgninger, heriblandt den om vindmølleparken på Middelgrunden, er objektiv og uden skelen til politiske konstellationer, så er det alligevel forfatterens opfattelse, at den politiske opbakning har været vigtig i forhold til udfaldet af sagsbehandlingen.

3.6 Undersøgte udformninger og placeringer af vindmølleparken

De nærmere tekniske, visuelle, miljømæssige og planlægningsmæssige overvejelser, der ligger til grund for udformning og placering af parken, er beskrevet i /31/, /36/, /37/ og /43/.

Udformningen af vindmølleparken har ændret sig en del, siden det første forslag til en vindmøllepark blev fremlagt i 1997. *Arbejdsgruppens* oprindelige forslag var, som i det endelige projekt, at nøjes med at opstille 20 møller. I modsætning hertil ønskede KE af hensyn til økonomien at opstille det maksimalt mulige antal af vindmøller (36). I den fælles ansøgning til Energistyrelsen enedes man om et kompromis på 27 vindmøller. På dette grundlag blev den første visualisering udarbejdet /36/.

³ Det er Elkraft, der i sidste ende har bevilget penge til KE's del af parken, men det kunne de ikke gøre uden BR's godkendelse af projektet.

På baggrund af den løbende dialog med interessehavere og kritiske indsigelser fra den 1. stjerne høring blev det besluttet at reducere antallet af møller fra 27 til 20. I samarbejde med landskabsarkitekterne blev der udarbejdet en række forslag til en ny og mere hensigtsmæssig udformning af parken. Det viste sig, at det æstetisk optimale forslag samtidig var en økonomisk og teknisk velegnet løsning. I mellemtiden havde vindmøllefabrikanterne øget møllernes effekt fra 1,5 til 1,65 MW. Da projektet efterfølgende blev forsinket med et år, var der i mellemtiden udviklet møller på 2 til 2,5 MW. Herved endte parkens effekt med fortsat at være 40 MW.

En anden følge af den 1. stjerne høring var, at Energistyrelsen pålagde bygherrerne at undersøge alternative placingsmuligheder. Det primære alternativ var to placeringer henholdsvis nord for Saltholm og på Saltholm Flak. Placeringerne er ikke så vel undersøgte (analyserede) som Middelgrunden, og forslagene er ikke så gennearbejdede. Det skyldes, at det hurtigt stod klart, at alternativerne under alle omstændigheder ville være urealistiske, idet parken skulle være adskillige gange større for at kunne forrente det længere søkabel, se afsnit 9.2.3. Placeringen på Saltholm Flak indgår i den 2. visualisering.

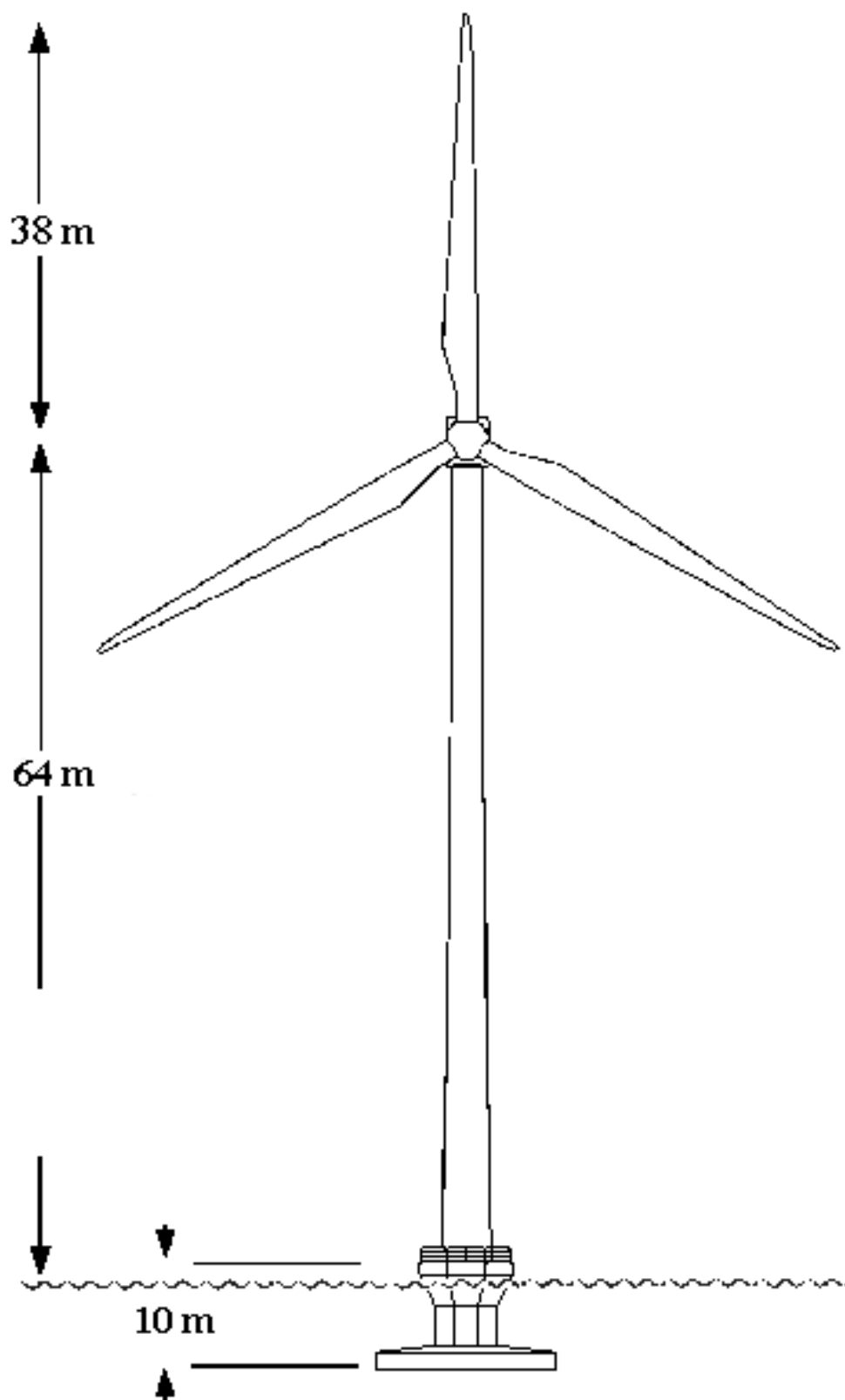


Figur 3.1 Alternativ placering ved Saltholm Flak /37/

3.7 Den endelige og godkendte udformning af parken

Allerede efter den 2. høring stod det klart, at den foreslåede udformning af parken var acceptabel for hovedparten af de indsigende parter. Men først med den endelige godkendelse den 13. december 1999 lå udformningen af parken formelt set helt fast.

Parken er udformet som en svagt krummende bue på 3,4 km og afstanden mellem møllerne er 182 m. Den enkelte mølle har en navhøjde på 64 m over havets overflade og en rotordiameter på 76 m, dermed bliver højden fra vandoverfladen til vingetip 102 m. Fundamenternes overside er placeret 3,5 meter over vandet.



Figur 3.2 Mølle med hovedmål.

4 Samarbejde med kraftværkerne

I dette afsnit beskrives omfanget og betydningen af samarbejdet mellem *lauget* og kraftværkerne repræsenteret ved KE og SEAS.

4.1 Baggrund for samarbejdet

Erfaringen fra Avedøre vindmøllelaug og Lynettens Vindkraft viser, at ved projekter, der er så komplicerede i forhold til planlægning og godkendelser, er det vigtigt at udnytte al tilgængelig kompetence, kontakter og politisk velvilje.

Sidstnævnte faktor har sandsynligvis haft afgørende betydning for tilvejebringelsen af det nødvendige planlægningsmæssige grundlag og for at opnå tilladelse til at opstille vindmøller på Middelgrunden. For *laugets* vedkommende har der endvidere været behov for at opnå afklaring af følgende forhold:

- Tilladelse til nettilslutning af møllerne.
- Vilkår for elsalg og afgiftsrefusion.
- Sikring af, at der var en økonomisk garant bag projektet.

Sidstnævnte forhold var specielt ønsket fra politisk hold.

Arbejdsgruppen valgte derfor på et tidligt tidspunkt at indgå i et samarbejde med det lokale elforsyningsselskab, KE. Københavns Borgerrepræsentation vedtog den 19. juni 1997, at KE kunne indgå i et samarbejde med *lauget*, hvorefter en fælles projektgruppe blev dannet. KE har fra starten haft SEAS Vindkraft Videnscenter tilknyttet som konsulent, idet de repræsenterer Elkraft på vindkraftområdet.

4.2 Projektgruppen

Umiddelbart efter *Arbejdsgruppen* og KE besluttede at gå sammen om en fælles ansøgning om etablering af vindmølleparken, etablerede parterne et uformelt samarbejde. Dette blev efterfølgende formaliseret i form af den fælles projektgruppe, der har stået for projektets realisering. Projektgruppens sammensætning er udvidet efterhånden som projektet har taget form, se bilag 3.

4.3 KE-aftalen

Samarbejdet er bl.a. kommet til udtryk ved den såkaldte "KE-aftale", se bilag 7, hvor den oprindelige aftale er gengivet. Denne aftale har været vigtig i den turbulente periode, hvor udfaldet af elreformen var ukendt. Aftalen viste omverdenen, at det uafhængigt af udformningen af elreformen og af regelsættet for laugsejede havvindmøller var muligt at tilvejebringe en tilfredsstillende afregning for el. Da vindmøller på havet ikke er omfattet af "Tilslutningsbekendtgørelsen for landbaserede vindmøller", har *lauget* af KE principielt været betragtet som en uafhængig elproducent. Dermed blev der opnået arbejdsro til at arbejde videre med andre aspekter af projektet.

Med vedtagelsen af elreformen med de nye afregningsregler blev dele af KE-aftalen overflødig. Samtidigt besluttede Energistyrelsen, at etableringen af kablet fra parken til land (Amagerværket) skulle varetages af den systemansvarlige (Elkraft).

En tredje del af aftalen omfattede KE's forpligtelse til at overtage et antal møller svarende til de ikke solgte andele på tidspunktet for underskrift af kontrakter med leverandørerne (21.

december 1999). Denne del af aftalen valgte interessenterne imidlertid ikke at udnytte på det ekstraordinære I/S-møde den 1. december 1999, da man var af den opfattelse, at alle andele kunne afsættes.

Optionen har imidlertid været vigtig i forhold til andelstegningen, da *lauget* har kunnet overbevise folk om, at projektet ville blive opført som planlagt, selvom *lauget* ikke kunne få sin del fuldtægt, og at der ikke ville blive tale om at indbetale ekstra penge.

Parterne, det vil sige *lauget* og KE, er enige om, at opdatere samarbejdsaftalen, så den bliver i overensstemmelse med elreformen.

4.4 Tekniske undersøgelser og planlægning

Der har løbende været et samarbejde om de tekniske undersøgelser. Det drejer sig først og fremmest om geotekniske undersøgelser, miljøundersøgelser, visualiseringer, vindvurderinger (målemast) samt VVM redegørelsen. Der har i hele perioden været enighed om behov og omfang for disse undersøgelser bortset fra området "nettilslutning", hvor der i en periode har været stærkt afvigende opfattelser af niveauet for forsynings sikkerheden, se afsnit 8.2.

Samarbejdet blev intensiveret allerede før principgodkendelsen blev modtaget i maj 1999, idet kraftværkerne i deres prækvalifikationsrunde for havmølleprojektet syd for Lolland medtog møllerne til Middelgrunden. Herved kunne der spares tid, så den egentlige licitation kunne forberedes straks efter godkendelsen var givet.

Samarbejdet blev yderligere intensiveret efter principgodkendelsen forelå, og omfattede i denne periode udarbejdelsen af en VVM redegørelse, de detaljerede projektbeskrivelser til EU-udbudene, samt en gennemgang af tilbudene og den afsluttende forhandling med tilbudsgiverne.

4.5 Valg af leverandører og teknologi

Bygherrerne har som følge af ønsket om fælles udbud været tvunget til at vælge entreprenører og leverandører til projektet gennem et EU-udbud grundet af KE's offentlige status. Dette blev udformet som en prækvalifikation af et passende antal leverandører, efterfulgt af et udbud efter forhandlinger med de udvalgte leverandører. Som kriterium for det endelige valg af leverandører blev anvendt: "det teknisk/økonomisk bedste tilbud".

Der var delte meninger blandt rådgiverne om, hvorvidt fundamentalsentreprisen kunne opfattes som hørende under licitationsloven for bygge- og anlægsarbejder eller under reglerne for større tekniske anlæg. Bygherrerne valgte efter konsultation med en advokat at tolke licitationsloven som gældende. Det betød, at denne del af udbudet ikke var til forhandling, men at det billigste tilbud var afgørende for valg af entreprenør.

Ved projektets start så det ud til, at det var muligt at benytte kraftværkernes gældende rammelicitation med udvalgte vindmølleproducenter. Gennem projektperioden voksede møllernes størrelse i kW imidlertid så meget, at rammeaftalen formentlig ikke længere ville være gældende på beslutningstidspunktet.

Lauget kunne for sin del have valgt at engagere sig direkte med en vindmølleproducent. Denne løsning ville have indebåret en række fordele for *lauget* f.eks. i form af støtte til markedsføring og kreditter i opstartsperioden. Der pågik forhandlinger med en udvalgt leverandør over en længere periode, men det blev opgivet, bl.a. fordi det samlet set så ud til at

blive en for dyr løsning. Endvidere ville der opstå et uløseligt problem, hvis kraftværkerne efter en licitation blev forpligtiget til at vælge en anden leverandør til deres del af projektet.

Nedenstående tabel 4.1 viser tidsforløbet for realiseringen af projektet:

Begivenhed 1999	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Prækvalifikation												
EU-udbud												
Projektering												
Geoteknik												
VVM rapport												
VVM høring												
Godkendelse												
Kontraktforhold												

Tabel 4.1 Vigtige terminer i det afsluttende forløb af parkens tilblivelse, år 1999.

4.5.1 Projektering af vindmølleparken

Siden den 2. høring har det været givet, hvor parkens 20 vindmøller skulle placeres, samt at møllerne skulle have en effekt på mellem 1,65 og 2,0 MW. Den endelige udformning af projektet er løbende fastlagt igennem en langvarig proces, hvor projektet trinvist er blevet mere konkret og detaljeret.

Energistyrelsens bevilling har gjort det muligt at gennemføre et skitseprojekt for gravitationsfundamenter af beton og parallelt hermed har kraftværkerne af egne midler gennemført et forprojekt, hvor fundamenterne var udført i stål.

På grund af kraftværkernes procedurer for bevillinger og mangel på ressourcer i *lauget*, kunne udarbejdelsen af udbudsmaterialet først sættes i gang efter at principgodkendelsen forelå i maj 1999.

For at kunne detailprojektere fundamenterne var det allerede i sommeren 1999 nødvendigt præcist at få klarlagt de geotekniske og forureningsmæssige forhold på hver enkelt vindmølleposition.

Denne fase var ikke omfattet af Energistyrelsens bevilling. Omkostningerne til de geotekniske undersøgelser udgjorde 2,6 mil. kr. /24/, /25/, og /27/.

Aftalen om, at kraftværkerne om nødvendigt ville overtage *laugets* del af projektet, forhindrede at projekteringen måtte udskydes, indtil der var indbetalt tilstrækkeligt af andelskapitalen. Dette er et forhold, som andre laug bør være opmærksomme på. Ved landbaserede møller er funderingsforholdene normalt så kendte, at der ikke er behov for omfattende undersøgelser.

Forud for det egentlige udbud var der udarbejdet designkriterier /12/, leveringsbetingelser og projektbeskrivelser /41/, men først efter at projektet var sat i gang, er der i samarbejde med bl.a. Risø, kraftværkerne, producenterne og Det Norske Veritas udarbejdet alment accepterede beregningsforudsætninger for havbaserede møller. Middelgrundsprojektet har herigennem været "prøveklud" for udarbejdelsen af lastgrundlag for fundamenter til havvindmøller.

4.5.2 EU-prækvalificering af leverandører og kontraktforhandlinger

Allerede i januar 1999, indbød bygherrerne til en åben EU prækvalifikation med det formål at udvælge et antal leverandører. Efter en gennemgang og vurdering af de indkomne bud blev 6 vindmølleleverandører, 10 entreprenører (til fundamenter) og 6 leverandører til nettilslutning prækvalificeret. Disse leverandører var dermed kvalificerede til at byde direkte på det efterfølgende udbud.

Elreformens overgangsregler for elafregning samt udløbet af kraftværkernes 3. vindmølleaftale i 1999 betød, at kontrakterne med leverandørerne skulle være underskrevet med udgangen af 1999. Tidsplanen blev hermed umådelig anstrengt.

Specielt det forhold, at fundamenterne blev udbudt inden mølleleverandøren var valgt, betød, at forhandlingerne med de bydende blev meget vanskelig. Årsagen var, at de to mølletyper (pitch kontra activ stall) har vidt forskellig indflydelse på prisen for fundamenter, da belastningen er forskellig.

4.6 Nettilslutning

Fra starten var nettilslutningen det punkt, hvor der budgetmæssigt var længst mellem de to bygherrers vurderinger. Samtidigt har budgetterne for nettilslutningen ændret sig i takt med, at antallet af møller og udformningen af parken har ændret sig.

Modsætningsforholdet kan hovedsageligt henføres til, at parterne grundlæggende set har forskelligartede motiver og interesser. *Laugets* primære interesse har været, at projektet på sigt får den bedst mulige egenøkonomi. KE's interesse var styret af Elkraft's langsigtede interesse i, at opsamle flest mulige erfaringer fra nærværende projekt til brug ved den kommende storskala udbygning med havvindmøller. Desuden ønskede KE at opnå størst mulig forsyningssikkerhed.

KE fremførte således, at ud fra deres normer og erfaringer ville en nettilslutning til nærværende projekt koste mere end dobbelt så meget, som *lauget* på baggrund af oplysninger fra vindmølleproducenterne fandt var nødvendigt. Gennem en række møder og udredninger /1/ nåede bygherrerne frem til et kompromis.

5 Vindvurdering og produktion fra vindmølleparken

I dette afsnit omtales vindforholdene og den forventede el-produktion på Middelgrunden, baseret på målinger på målemast gennemført af Risø.

5.1 Målemast

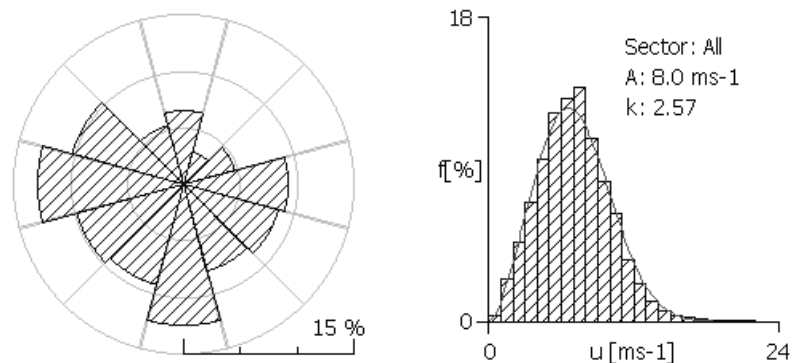
Som en del af forundersøgelserne har SEAS, støttet af Energistyrelsen, fået etableret en 48 meter høj målemast på Middelgrunden. Målingerne herfra indgår i et større og løbende måleprogram for de vindmæssige ressourcer omkring Sjælland. Selve masten er etableret af Risø, som også har foretaget de efterfølgende målinger og analyser. Disse undersøgelser og analyser er ikke medfinansieret af *laugets* bevilling fra Energistyrelsen.

Risø har på baggrund af de opsamlede data og forskellige vindvurderingsmodeller udarbejdet en række analyser af vindressourcen på Middelgrunden. Resultaterne er fremlagt i to rapporter fra Risø, /2/ og /33/.

I rapporterne er der en grundig diskussion af teori, metode, analyse, modeller og resultater. Datagrundlaget for de to rapporter er lidt forskellige og formålene var også forskellige. Den første rapport blev udarbejdet i foråret 1999, hvor målingerne endnu ikke var fuldstændige, men det var nødvendigt med et datagrundlag for udvikling og optimering af det samlede projekt. Den endelige rapport udkom i september 1999 og indeholder mere videnskabelige analyser af vindmålingerne.

5.2 Vindressourcen

De meteorologiske data blev indsamlet på en 48 m høj mast fra oktober 1997 til juli 1999.



Figur 5.1. Målte vinddata fra Middelgrunden oktober 97 – juli 99. Til venstre ses vindrosen (fordeling af vindretning) og til højre vindhastighedsfordelingen, /33/.

I figur 5.1 ses en vindrose og en vindhastighedsfordeling for måleperioden. Vindrosen viser procentandelen af vind i de enkelte retningssektorer. Vindhastighedsfordelingen viser procentandelen af vindhastighederne med intervaller på 1 m/s. Kurven på figuren er tilnærmet en Weibull fordeling med en A-parameter på 8,0 m/s (mest fremherskende vindhastighed) og en k-parameter på 2,57. Risø vurderer, at vindhastighederne på et normalt vindår på Middelgrunden vil ligge 3-5% højere end vindhastighederne i måleperioden.

Det blæser mere fra syd, sydøst og øst på Middelgrunden end i resten af Danmark.

På grundlag af vindmålingerne, samt en række teoretiske metoder til at forudsige vindforholdene, har Risø /2/ vurderet middelvindsparemetrene ved mastestedet til at være:

- Vindhastighed i 50 meters højde 7,2 m/s
- Weibull skala-parameter i 50 meters højde 8,1 m/s
- Weibull form parameter i 50 meters højde 2,3
- Energitæthed i 50 meters højde 380 W/m²
- Turbulensintensitet i 50 meters højde 0,12

De atmosfæriske forhold på stedet er yderst komplekse på grund af parkens placering øst for København. Risø angiver en usikkerhed på de beregnede vindparametre på +/- 5% og på effektvurderingen på +/- 15%.

5.3 Elproduktion

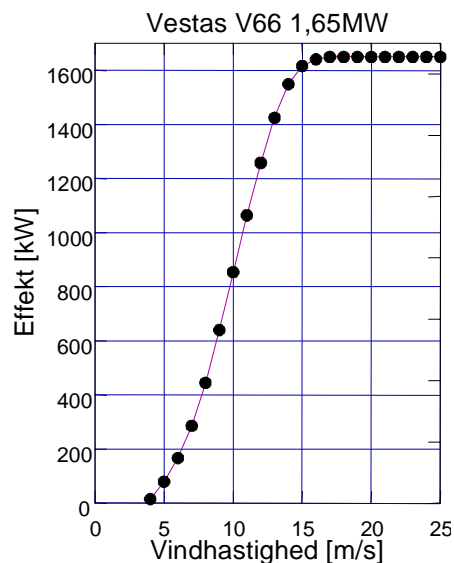
Den beregnede elproduktion ved målemasten for en enkelt vindmølle af typen Vestas V66-1,65 MW, med effektkurven fra figur 5.2 er opgjort i tabel 5.1.

Vindmølle Vestas V66, rotordiameter 66 m, generatoreffekt: 1,65 MW			
Navhøjde, m	60	67	75
Elproduktion, MWh/år	3.990	4.117	4.246

Tabel 5.1 Beregnet elproduktion for én vindmølle på MiddeIgrunden /2/.

I det endelige projekt anvendes en Bonus 2 MW mølle med en 76 m rotor. Den samlede elproduktion fra hele parken inkl. parktab er beregnet til 89.000 MWh/år. Parkvirkningsgraden er beregnet til 92,9%.

Produktionen fra den sydlige halvdel af parken er beregnet til 44.000 MWh/år, hvorimod produktionen fra den nordlige halvdel er beregnet til 45.000 MWh/år.



Figur 5.2 Effektkurve for Vestas V66, 1,65MW vindmølle. Produktionen i tabel 5.1 er baseret herpå.

6 Valg af mølle

I dette afsnit beskrives de mølletyper, der blev valgt imellem. En detaljeret beskrivelse af baggrunden for valget af mølleleverandør kan imidlertid ikke gives som følge af reglerne for ”udbud efter forhandling”.

6.1 Prækvalifikation

Alle 20 vindmøller blev udbudt efter forhandling efter gældende EU regler. Følgende firmaer blev prækvalificeret til at give tilbud:

- Bonus, DK
- NEG Micon, DK
- Nordex, DK
- Tacke, D
- Vestas, DK
- Wincon, DK

Der indkom tilbud fra Vestas, Bonus og Tacke, som alle tilbød møller med en effekt på 2 MW. NEG Micon, Nordex og Wincon afstod fra at give tilbud.

Alle de tilbudte møller gennemgik en meget grundig evaluering såvel teknisk som økonomisk. Da en del af denne viden er fortrolig ifølge reglerne om udbud, kan disse oplysninger ikke offentliggøres. Økonomisk viste Bonus´ tilbud sig at være mest fordelagtigt, og der blev indgået kontrakt om projektet den 21. december 1999.

6.2 Bonus

Bonus tilbød en 2 MW mølle med 76 m rotordiameter. På tilbudstidspunktet havde Bonus haft en 2 MW mølle i drift i ca. 1 år. Denne mølle havde dog kun en rotordiameter på 70 m. Sidenhen har Bonus opstillet 2 MW møller med 76 m rotordiameter, og der er således driftserfaringer før opstillingen på Middelgrunden. Bonus møller bruger Combi stall, som er en velkendt teknologi fra deres mindre møller. Møllen er desuden karakteristisk ved at have en lukket møllekabine og klimaanlæg i både møllehat og tårn.

6.3 Vestas

Vestas tilbød en opskaleret version af deres gennemprøvede 1,65 MW mølle. Den tilbudte mølle var på 2 MW, pitchreguleret og med nyudvikling på en række felter heriblandt variabel omløbshastighed og slæberinge. Vestas havde på udbudstidspunktet 6 ugers drift med en 2 MW mølle ved Sørup, Flensborg. Denne mølle svarede dog ikke til den tilbudte type, hvad angik slæberingssystemet og det tilhørende konvertersystem.

6.4 Tacke

Tacke tilbød også en opskalering af deres gennemprøvede 1,5 MW mølle, som er pitch- og omdrejningsreguleret. En prototype på den tilbudte 2 MW mølle er opstillet i foråret 2000.

6.5 Særlige offshore foranstaltninger

Erfaringerne fra havvindmølleparkerne ved Tunø og Vindeby har vist, at vinden på havet er mere regelmæssig og med mindre turbulens end på land. Det blev derfor allerede gennem EU-

prækvalifikationen anført, at møllerne skulle være forsynet med pitch regulering, aktiv stall eller lignende regulering.

Under forhandlingerne med fabrikanterne stod det hurtigt klart, at det ville være relevant at overføre betragtninger fra offshore sektoren til projektet. Baggrunden er, at man vil sikre sig mest muligt mod, at mindre svigt skal udvikle sig til en dyr operation på havet. Dette indebærer, at man ved alle typer af fejlmeldinger fra møllerne gennemgår muligheden for dels at foretage udbedring via fjernkontrol og dels at forstærke den pågældende komponent, således at svigt minimeres.

I modsætning til vindmøller på land gennemføres under opførelsen en række tests af komponenter, således at risikoen for svigt i den færdige konstruktion reduceres mest muligt.

Møllerne vil kunne overvåges via PC, og produktionsdata vil blive tilgængelige for alle via en hjemmeside. Denne planlægges automatisk opdateret hvert 10. minut via møllernes overvågningssystem.

7 Valg af funderingsmetode

I dette afsnit omtales dels resultatet af licitationen for fundamenter og dels forskellige funderingskoncepter, som har været overvejet. Endvidere omtales en række forhold, der har været af betydning ved valg af funderingstype så som geoteknik, miljøforhold, risiko for påsejling, isforhold etc.

7.1 Resultat af licitationen

Det har fra projektets start været et åbent spørgsmål, hvilken funderingsmetode, der ville være bedst egnet til nærværende projekt, der er karakteriseret ved et beskedent antal fundamenter og specielle geotekniske og miljømæssige forhold.

Det har derfor været en væsentlig del af forprojektet, at undersøge hvilket funderingskoncept, der ville være bedst egnet på Middelgrunden. Således har Carl Bro under fase 1, bl.a. på baggrund af erfaringer med forskellige marine konstruktioner, vurderet en række forskellige funderingskoncepter /3/ og /7/. Deres konklusion var, at gravitationsfundamenter af beton formodentligt ville være mest hensigtsmæssige.

I modsætning hertil har SEAS og Niras konkluderet, bl.a. med baggrund i et Energiforskningsprojekt projekt om Vindmøllefundamenter i havet /19/, at en ståløsning burde vurderes nøjere. Derfor gennemførte Niras en analyse for kraftværkerne af prisen for en ståløsning /38/.

Andre rådgivere og to af mølleproducenterne fremførte med overbevisning, at et monopælsfundament ville være oplagt.

På denne baggrund valgte bygherrerne at udarbejde udbudsprojekter⁴ for både stål- og betonfundamenter og at udbyde dem parallelt. Derudover fik leverandørerne mulighed for at fremkomme med tilbud på alternative løsninger. Det har vist sig, at det kan være vigtigt, at holde flere muligheder åbne, idet der kan gælde særlige omstændigheder for de forskellige leverandører, hvad angår tilrettelæggelsen af arbejdet, logistik, særligt udstyr etc.

Licitationen har efterfølgende vist, at til det konkrete projekt er gravitationsfundamenter klart billigst, samt at beton er væsentligt billigere end stål, se tabel 7.1.

Materiale	20 fundamenter mio. kr.	1 fundament mio. kr.	Forhold
Beton, billigste (M&T)	47,095	2,355	1,00
Beton, dyreste ¹	59,109	2,980	1,26
Stål, billigste (M&T)	56,600	2,830	1,20
Stål, dyreste ¹	64,266	3,213	1,36
Monopæl, billigste ²	57,945	2,897	1,23
Monopæl, billigste	62,282	3,114	1,32
Monopæl, dyreste	67,106	3,355	1,42

¹ De absolut dyreste tilbud er ikke medtaget, da det vurderes, at de er ureal istisk høje.
² Baseret på nedramning. Ikke realistisk, da det er meget vanskeligt med de fundne koncentrationer af flint i Københavnskalken.

Tabel 7.1 Udvalgte priser fra licitationen.

⁴ Et udbudsprojekts detaljeringsgrad ligger mellem et skitseprojekt og et detailprojekt.

For tilbudene som helhed gælder, at kun 2 ud af 8 tilbud på betonfundamenter er dyrere end det billigste stålfundament.

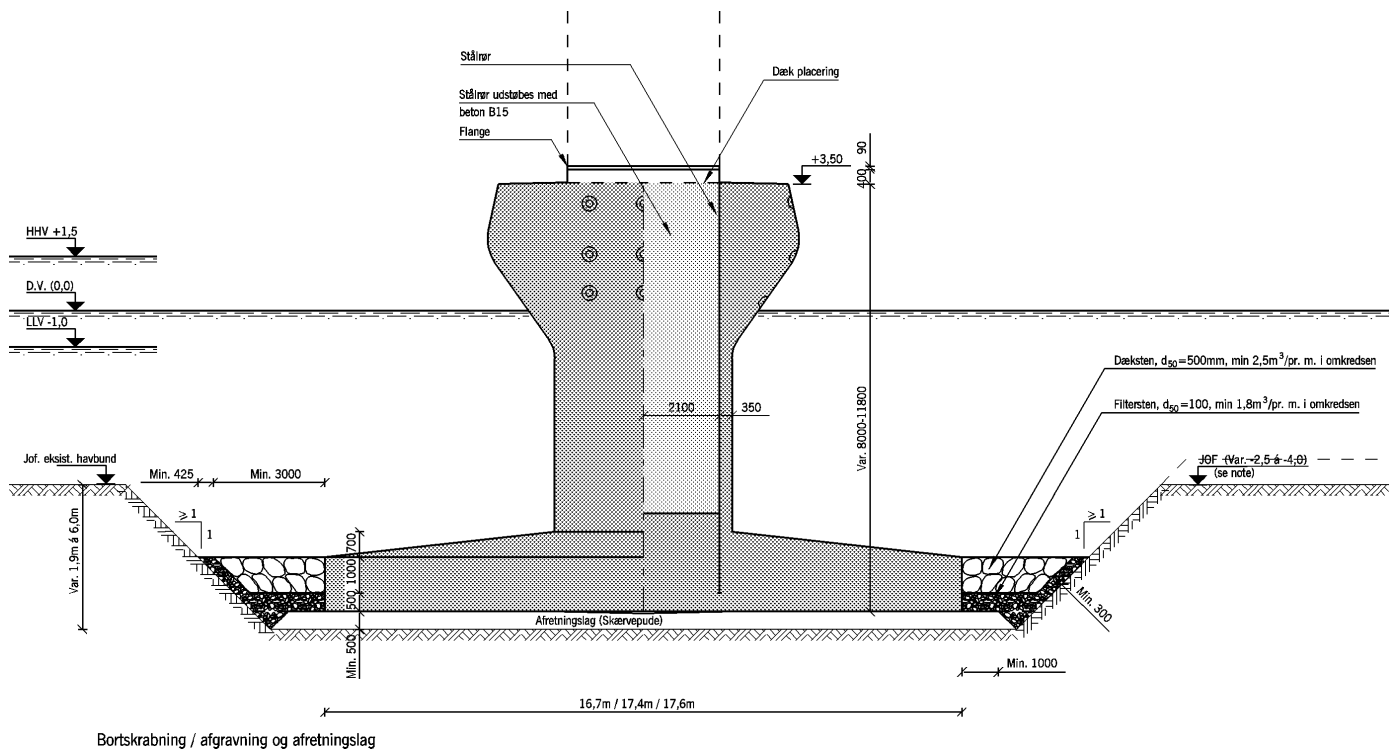
Det ses også, at monopælen er tæt på at være konkurrencedygtig i forhold til stålfundamenter. Det tyder på, at monopælen godt kan vise sig at være den prismæssigt mest fordelagtige løsning, ved større projekter på lokaliteter, der er mere gunstige for en monopælløsning.

På nogle områder, har bygherrerne og disses rådgivere tvunget af tidspresset været mere konservative, end man ville være i dag.

7.2 Funderingskoncepter

Neden for følger en kort gennemgang af de koncepter, der har været under overvejelse.

7.2.1 Gravitationsfundament, stål og beton



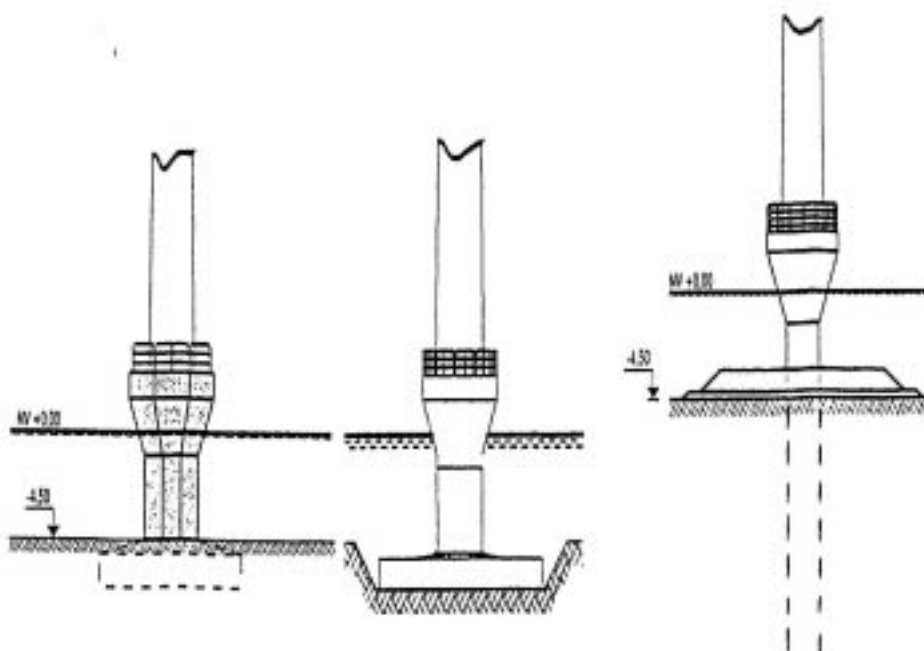
Figur 7.1 Tværsnit af betonfundament.

Gravitationsfundamentet er uden tvivl det funderingskoncept, der er bedst afprøvet, og derfor alt andet lige burde rumme den mindste usikkerhed om den endelige pris. Under den afsluttende projektering viste det sig imidlertid, at de geotekniske parametre var væsentligt mere varierede og dårligere end forventet, se *Vurdering af geotekniske forhold* på side 28. Det har betydet, at fundamenterne måtte gøres større og tungere, hvilket igen har betydet at prisen er blevet højere end ved licitationen. Da tilbudene på licitationen imidlertid var lavere end forventet, har fundamentsdelen totalt set ikke overskredet det budget, der var opstillet på baggrund af forprojektet.

De to forprojekt undersøgelser af henholdsvis stål og beton er udførligt beskrevet i rapporterne /7/ og /38/.

7.2.2 Monopæl

Monopæle er forholdsvis nemme og billige at fremstille, da konstruktionen i sig selv er meget simpel. De har den fordel, at man på havet arbejder på en jack-up, der kan anvendes til samtlige operationer, herunder opsætning af mølletårn. Alligevel har det vist sig, at konceptet er alt for dyrt i den aktuelle sammenhæng, da der er meget høje opstillingsomkostninger⁵ set i forhold til antallet af fundamenter. Derudover er de geotekniske forhold problematiske, og der var derfor risiko for, at hele projektet kunne blive forsinket og fordyret. Selvom konceptet af disse årsager på forhånd var fravalgt af bygherrerne og deres rådgivere, indkom der alligevel to tilbud herpå i forbindelse med tilbudsgivningen. Tilbuddene kunne dog ikke konkurrere med prisen på gravitationsfundamenter.



Figur 7.2 Tværsnit af tre undersøgte koncepter.

7.2.3 Kunstig ø

Denne løsning virker umiddelbart relevant på grund af den lave vanddybde, men den er miljømæssigt uacceptabel, da den vil reducere vandgennemstrømningen for meget. Der er derfor ikke foretaget økonomiske undersøgelser af dette koncept /7/.

7.2.4 Ophængt fundament

Dette koncept består af en nedrammet cirkulær spunsvæg, hvori der er "ophængt" / støbt et gravitationsfundament. Metoden er afprøvet i andre sammenhænge, men der er usikkerhed omkring konceptets faktiske omkostninger, da størstedelen af arbejdet skal udføres på havet. Middelgrunden er samtidigt forurenet med fremmedlegemer, der kan besværliggøre arbejdet.

⁵ Det var meget kostbart at tilvejebringe den påkrævede "jack-up"/ borerig, da der dels er et lille udbud, og dels ikke p.t. findes et "bor" med den påkrævede diameter til brug i flintholdig kalk.

Fordelen ved denne løsning er, at der ikke er behov for at fjerne sediment fra bunden, og at en eventuel forurening derfor vil blive indkapslet i fundamentet. Konceptet blev skønnet at være uinteressant, fordi det er for dyrt og usikkert, og fordi forureningen på de udvalgte placeringer ikke var så alvorlig som frygtet. Konceptet er omtalt i /31/.

7.3 Vurdering af geotekniske forhold

De geotekniske forhold på Middelgrunden har været undersøgt i flere omgange med tiltagende detaljeringsgrad. De tidligste undersøgelser blev foretaget under forundersøgelsesnes fase 1 og er beskrevet i /26/.

Gennem hele projektet har det været forventet, at der i forbindelse med detailprojekteringen skulle foretages yderligere undersøgelser af de geotekniske forhold. De forundersøgelser, der blev foretaget i fase 1 antydede, at der ville være en vis, men ikke specielt stor variation i jordens styrkeparametre. En undersøgelse på hver fundamentsplacering ville give mulighed for at optimere hvert fundament. Omkostningerne ved at standardisere baseret på de dårligste jordbundsparametre ville være alt for store. Efterfølgende viste det sig, at afvigelserne mellem parametrene for de enkelte placeringer var endog meget store, se tabel 7.2.

Forud for gennemførelsen af de geotekniske undersøgelser blev der gennemført en opmåling af havbunden med *side scan sonar* for derigennem dels at bestemme senere behov for afgravninger og dels for at fastlægge sejlruiter for det skib, der skulle gennemføre borer og prøveudtagning. Disse undersøgelser fandt sted i juli 1999, hvilket ikke var så heldigt, da store mængder af ålegræs forstyrrede tolkningen af målingerne. Samtidigt blev der foretaget målinger med magnetometer, hvorved Nationalmuseet kunne vurdere forekomsten af skibsvrag. Denne analyse var påkrævet som led i VVM redegørelsen.

I juli 1999 gennemførte Geoteknisk Institut de supplerende geotekniske undersøgelser /27/. Samtidigt blev der for hver mølleposition udtaget prøver for at kortlægge forureningen /46/. Ved hver mølleposition blev der udtaget prøver på tre steder, alle med en afstand på 7 meter til centrum af fundamentspladen.

Efterfølgende blev det vurderet, at det var relevant med 7 borer for at fastlægge de sidste geotekniske parametre samt etablere en kalibrering af de gennemførte vibrocore-målinger. Franck Geoteknik gennemførte disse undersøgelser i september 1999 /25/. En analyse af resultaterne viste, at jordbundsforholdene på Middelgrunden er meget forskellige fra sted til sted, ja selv indenfor hvert fundament.

Type	Udrænet forskydningsstyrke	Effektiv friktionsvinkel
Fyld	-	30 °
Sand	50 kPa	35 °
Moræneler/-sand-1	150 kPa	30 - 34 °
Moræneler/-sand-2	300 kPa	32 °
Kalk H1	50 - 150 kPa	30 - 35 °
Kalk H2 - H4	700 kPa	30 - 45 °

Tabel 7.2 Geotekniske parametre for de forskellige jordarter, /12/.

Der opstod derfor tvivl om kvaliteten af det gennemførte boreprogram, hvorfor det blev besluttet at kvalitetssikre undersøgelserne ved anvendelse af en lektor ved Danmarks Tekniske Universitet. I forbindelse hermed blev der gennemført yderligere laboratorieforsøg med de allerede udtagne prøver.

I mellemtiden havde tre af de bydende entreprenører for egen regning gennemført to dybdeboringer på Middelgrunden for derigennem at kunne vurdere de parametre, der skulle anvendes ved udarbejdelse af et tilbud omfattende en monopæl. Disse undersøgelser blev også stillet til rådighed for den uvildige ekspert. Konklusionen blev, at jordbundsforholdene er meget varierende, hvilket forklarer den usikkerhed, der opstod om tolkningen af de forskellige rapporter. Resultaterne findes beskrevet i /24/. De sidste resultater fremkom først under de endelige kontraktforhandlinger og betød en forøgelse af fundamenternes dimensioner i forhold til det udbudte projekt.

Den samlede udgift til de geotekniske undersøgelser blev ca. 2,6 mio. kr., hvilket var væsentligt mere end forventet. Merprisen skyldtes, at de meget store variationer i jordbundsparametrene gav anledning til flere undersøgelser end forudsat.

7.4 Vurdering af miljøforhold.

Forureningen fra deponering af affald på Middelgrunden har som tidligere anført givet anledning til overvejelser om fundamenternes udførelse og arbejdsprocesserne forbundet hermed. Disse forhold er udførligt behandlet i VVM redegørelsen /43/, hvortil der henvises.

Efter udarbejdelsen af VVM redegørelsen blev der i forbindelse med de geotekniske undersøgelser udtaget sedimentsprøver ned gennem havbunden. Prøverne er udtaget af kernerne, der fremkommer ved vibrocoring (nedpresning af 10 cm rør). De steder, hvor det blev skønnet, at der var tale om deponeret materiale, blev der udtaget prøver med henblik på kemisk analyse af forureningen, se tabel 7.3. Der blev udtaget prøver fra lag, der visuelt så ud til at være af forskellig oprindelse. De samlede analyser af forureningen på Middelgrunden fra de forskellige faser af projektet er samlet i en fælles rapport /46/.

Valg af funderingsmetode

Position	Prøvedybde	Lagtykkelse	Glødetab	Bly	Krom	Kobber	Zink	Kviksølv
Nr.	cm	cm	% af TS	mg/kg TS				
1.1Mx1	30+80	0-88	25,8			140	89	3,7
2.1M5	210	178-245	1,2					0,58
3								
4.2M1	20	0-33	2,3		46	42		
4.2Mx2	70+120	54-135	1,6	30				0,43
4.3Mx1	30+80	20-118	1,7	32	45			
5.2Mx2	70+120	56-152	3,2	26				0,43
6.1M1	20	0-30	0,9	31				
6.3M1	10	0-29	1,3			23		
7								
8.1M2	70	48-88	2,6	44				0,58
8.2Mx2	60+110	35-130	1,8			20		0,49
9 - 12								
13.0Mx1	13.2: 10 / 13.3: 20	0-22 / 0-41	1,5	150		1000	140	48
14.0Mx1	14.1: 10 / 14.2: 10	0-27 / 0-19	1,0				220	
15+16	Der er ikke foretaget analyser af bundprøver, idet GI's sedimentbeskrivelse viser at profilen er naturligt aflejret og den vurderes at være upåvirket.							
17.3M1	10	0-15	0,93	33				
18 - 20								
2.1 Mx1	10+50	0-54	2,02			34		
2.2 M1	25	0-35	6,0	52		35	140	1,0
Ikke foruren ¹				< 20	<20	<20	<75	<0,25
Foruren ¹				20-50	20-50	20-40	75-100	0,25-0,5
Kraftigt foruren ¹				> 50	>50	>40	>100	>0,5
1 Miljøstyrelsens vejledning 1983								

Tabel 7.3 Indhold af tungmetal i sediment fra de forurenede og kraftigt forurenede positioner 1-20, samt 2.1 og 2.2 fra nordlige kabeltracé. Resultater fra analyser gennemført på 20 møllepositioner og 4 positioner langs det påtænkte kabeltracé. Cadmium og Nikkel er ikke medtaget, da der ingen forurening forefindes, /46/.

7.5 Risiko for påsejling

Carl Bro /4/ har beregnet, at der er en reel sandsynlighed for, at der vil forekomme påsejling af en mølle 2 gange i projektets levetid. Beregningen siger ikke noget om størrelsesordenen af en kollision og dermed heller ikke noget om konsekvenserne herved. I Carl Bro's rapport /9/ er der regnet på risikoen set i forhold til karakteren af den passerende skibstrafik. Konsekvenserne for miljøet forårsaget af en påsejling er behandlet i VVM redegørelsen /43/. Økonomisk set er det skibets reder, der bærer det fulde ansvar ved en påsejling. Det er derfor skibets forsikring, der skal udrede en eventuel erstatning til den pågældende bygherre og til eventuel oprydning.

7.5.1 Betydning for sejladsikkerheden

Efter afslutningen af byggeriet på Øresundsforbindelsen er Drogdenrenden blevet udrettet som led i en kompensationsafgravning. I Carl Bro's rapport /4/ er det konkluderet, at sandsynligheden for at sydfra kommende skibe kolliderer med de sydligste fundamenter derved reduceres. Under byggeriet af Øresundsforbindelsen har trafikken i området været overvåget intenst fra VTS (Vessel Traffic Service) stationen i Dragør. Denne overvågning er nu indstillet.

Carl Bro /9/ har konkluderet, at der som følge af etableringen af parken vil blive færre grundstødninger på Middelgrunden. Det betyder, at den samlede miljøpåvirkning foranlediget af grundstødning og kollision fra skibstrafikken vurderes at blive reduceret som følge af mølleparkens tilstedeværelse.

7.5.2 Beskyttelse mod påsejling

Middelgrunden er omgivet af de stærkt trafikerede sejlrender Kongedybet og Hollænderdybet. På selve Middelgrunden er vandybden sjældent over 5 meter og mange steder er den væsentligt mindre. Normalt er der derfor kun meget begrænset trafik med små fartøjer. Ved placeringen af møllerne er der taget hensyn til ikke at komme for tæt på Hollænderdybet.

Farvandsvæsnet har konkluderet, at der ikke er behov for afmærkning af hensyn til skibsfarten, da man i forvejen fraråder sejlads på Middelgrunden. Det har været overvejet, at lægge bortskrabt jord på østsiden af møllerne for derved at opbygge en form for beskyttelsesvold. Miljøkontrollen har i rapporten /32/, fastslået at klappet materiale i stort omfang borteroderes efter nogle år som følge af bølgeslag. Denne metode er derfor ikke valgt.

7.6 Ispåvirkning af fundamenter

Fundamenterne er forsynet med en form for isbryder, hvorved istrykket reduceres til en tiendedel af, hvad det ellers ville være. Udformning af keglens tulipanfacon er sket ud fra æstetiske hensyn. Betydningen for aflastningen af istryk er beskrevet i designforudsætninger /12/ og /14/.

7.7 Fastlæggelse af bygge- og anlægsproces.

Carl Bro og bygherrerne har vurderet bygge- og anlægsprocessen. Det blev konkluderet, at man formodentligt ville opnå den billigste anlægspris, hvis møller og fundamenter blev udbudt i selvstændige entrepriser. Ved udbudet blev der gennem godkendelse af nogle af mølleleverandørerne som fundamentsentreprenører åbnet op for kombinerede tilbud. Ingen af disse tilbud viste sig imidlertid at være fordelagtige i forhold til selvstændige tilbud.

I forbindelse med arbejdets udførelse har det vist sig, at der kan være fordele ved at kombinere de to entrepriser, hvis tidsplanen ønskes afkortet. Det er dog vanskeligt alene på baggrund heraf at drage nogen endelig konklusion med henblik på fremtidige parker.

8 Nettilslutning

I dette afsnit beskrives forhold vedrørende valg af princip for nettilslutning og forhold vedrørende betaling herfor.

8.1 Hvem skal betale?

Mølleparker på vandet er ikke omfattet af *Tilslutningsbekendtgørelsen for landbaserede møller*. Det var derfor fra starten nødvendigt at indregne omkostningerne hertil i anlægssummen. Af samme årsag gik *lauget* aktivt ind i udformningen af nettilslutningen, hvilket som anført i afsnit 4.6 gav anledning til meningsuoverensstemmelser foranlediget af forskellige opfattelser af den tekniske udformning.

Først relativt sent i forløbet blev det i forbindelse med liberaliseringen af elsektoren besluttet, at kablet fra Amagerværket til parken skulle betales som led i transmissionselskabets forpligtigelse. En af begrundelserne var, at koncessionen for drift er givet for 25 år, hvor levetiden af anlægget er sat til 50 år. Det er derfor ikke klart i dag, hvem der om 25 år skal stå for møllernes drift. Hvis nettet på det tidspunkt så var ejet af *lauget*, kunne der opstå en uønsket binding til *lauget*, hvis de ikke ville drive parken videre.

8.2 Valg af system for nettilslutning

Den væsentligste forudsætning, der er blevet ændret under planlægningen, er, at transformatoren i møllerne blev ændret fra en 690V/10kV til 690V/30kV. Herved undgik man at etablere en platform med en central 10/30kV transformatorstation. En sådan transformatorplatform ville have en udstrækning på ca. 100 m², hvilket ville kræve et selvstændigt fundament.

Under planlægningen var der meget delte meninger om udformningen af koblingsanlæg og nettilslutning. *Lauget* mente på den ene side, at der skulle gennemføres en omhyggelig cost-benefit analyse bl.a. baseret på engelske erfaringer med fejl ved fjernbetjente koblingsanlæg. De engelske erfaringer viser, at størstedelen af fejl optræder i forbindelse med servicering af fjernbetjeningsanlæg, der meget sjældent kommer i brug. KE på den anden side prioriterede forsyningssikkerheden højt og dermed muligheden for hurtigt, at kunne udbedre fejl.

Hen gennem planlægningsperioden nærmede synspunkterne sig hinanden, men den endelige udformning af nettilslutningen lå først fast på et relativt sent tidspunkt. Begge parters synspunkter blev således afspejlet i udbudsmaterialet.

Nettilslutning er udformet som et T, hvor kablerne er samlet i den midterste mølle, nr. 10. Herfra går der et 3 *150 kvadrats kabel ud til hver radial i parken. Ind til samleskinnen på Amagerværket nedgraves 2 kabler på 3 *150 kvadrat med 15 meters afstand. Herved reduceres varmeafgivelsen fra kablerne - og derved spændingstabet - i forhold til, hvis de var placeret i én udgravning. Der opnås samtidigt en reduceret risiko for, at uheld forårsaget af f.eks. et drivanker rammer hele parkens produktion. Der er foretaget cost benefit analyser af, hvorvidt det vil kunne betale sig at lægge kablerne ud fra hver ende af parken. Beregninger over sandsynligheden for kabelbrud forårsaget af f.eks. drivankre viste, at den valgte løsning er den mest optimale, uden at der dog var den store forskel. Denne del af projektets endelige projektering falder uden for Energistyrelsens bevilling og vil derfor ikke blive behandlet yderligere.

Spændingsniveauet er 30 kV hele vejen fra den enkelte mølles transformator og ind til samleskinnen på Amagerværket. Denne løsning er bl.a. betinget af, at KE har et 30 kV net videre ud fra Amagerværket.

Kablerne er fremstillet af NKT Cables og resten af komponenterne er leveret af Siemens. Der er indlagt 24 lyslederfibre i hvert kabel til brug ved styring af og kommunikation med møllerne. For at kunne opretholde kommunikationen med møllerne ved en mindre beskadigelse af kablerne, hvor lyslederen typisk vil blive revet over, er der installeret to ekstra kanaler i hvert fundament til brug for lyslederkabler til hver mølle.



Figur 8.1 Princip for nettilslutning.

9 Myndighedsbehandling og godkendelser

Dette afsnit omhandler vejen gennem tre høringsfaser frem til den endelige godkendelse af projektet. Den første høring er mere omhyggeligt beskrevet i /31/, men hovedpunkterne er gengivet i det følgende. Endvidere omtales den endelige godkendelse samt opfølgningen på VVM redegørelsen.

9.1 Planmæssige forhold på Middelgrunden

Fra starten har det været kendt, at der ikke umiddelbart fandtes det nødvendige plan- og lovgivningsmæssige grundlag for at give tilladelse til opstilling og drift af vindmøller på Middelgrunden, men det har alligevel overrasket, hvor omfattende og langvarig godkendelsesproceduren er blevet.

9.1.1 Det planmæssige udgangspunkt

Middelgrunden er beliggende inden for søterritoriet og er dermed underlagt statens højhedsret. Ifølge *Elforsyningslovens* § 89 og *Kongelig Resolution af 29. juni 1990*, varetages sager vedrørende planlægning og godkendelse af vindkraftanlæg på søterritoriet af *Miljø & Energiministeriet* /43/. At staten har højhedsretten, er imidlertid et vidt begreb, idet der er en række myndigheder, der har interesser og kompetencer på området.

Trods Energistyrelsens koordineringsbestræbelser må det konstateres, at der undervejs også efter Energistyrelsens godkendelse har været eksempler på uklarhed om myndighedernes indbyrdes kompetence.

Planlægningen for og tilsynet med Middelgrunden er delt mellem forskellige ikke-statslige myndigheder. Hvilken myndighed, der har kompetencen på Middelgrunden, er derfor afhængigt af, hvilket forhold det drejer sig om. F.eks. er det Borgerrepræsentationen, der vedtager målsætningen for vandkvaliteten på Middelgrunden, og Miljøkontrollen der fører tilsyn hermed. Miljøkontrollen har også ansvaret for at kontrollere forureningen af havbunden, herunder at give tilladelse til eventuelle klappinger. Københavns Amt har ansvaret for at føre tilsyn med flora og fauna.

Der har derfor ikke fra start eksisteret et konkret regelsæt, der kunne tages i anvendelse i forbindelse med projektet. *Lauget* har i reglernes fravær taget udgangspunkt i de regler, der er gældende for vindmøller på land.

9.1.2 Sagsbehandlede og tilsynsførende myndighed

Det stod hurtigt klart, at Energistyrelsen var den sagsbehandlede og godkendende myndighed. Øvrige myndigheder kunne gøre deres indflydelse gældende i forbindelse med de afholdte høringer. Efter VVM høringen blev det besluttet, at Miljøkontrollen skulle føre miljøtilsyn med opførelsen af vindmølleparken i henhold til miljøbeskyttelseslovens § 27 stk. 2 samt i forbindelse med lov om beskyttelse af havmiljøet jf. bek. 975 af 19. december 1986 om dumpning af optaget havbundsmateriale.

9.1.3 Afklaring af planmæssige konflikter

Forud for placeringen af vindmølleparken og de enkelte vindmøller var det nødvendigt at afklare, hvilke konkrete konflikter og forbehold, der fandtes eller kunne opstå på

Middelgrunden. F.eks. kan nævnes hensynet til fyrlys, kloakudløb, sejlruter, radiokædetracéer, radardækning etc. Disse forhold er tidligere beskrevet i /31/ og /43/.

9.1.4 Afklaring af andre konflikter

På baggrund af erfaringer fra vindmølleprojekterne på Avedøre Holme og Lynetten har det helt fra starten stået klart, at det var vigtigt at skabe den bedst mulige forståelse for projektet blandt berørte parter og personer. Selvom det ikke har været muligt at tilpasse projektet til alles fulde tilfredshed, har kritikken, fordi den blev formuleret på et tidligt tidspunkt, alligevel influeret væsentligt på udformningen af parken.

Energistyrelsen har været ansvarlig for gennemførelsen af de høringer, der er beskrevet i det følgende, men *lauget* har parallelt hermed på egen foranledning stræbt efter en dialog med opponenter for at imødegå at konflikter gik i hårdknude. Dette gælder ikke mindst forud for stjernehøringen.

9.2 Første høringsrunde

På baggrund af den ovenfor beskrevne afklaring, blev der forberedt en høring af projektet. Bygherrerne lagde sig fast på udformningen af parken og udarbejdede på baggrund heraf et projektforslag og en visualisering og Energistyrelsen besluttede under hvilke betingelser projektet skulle i høring.

9.2.1 Første visualisering og projektforslag

Den første visualisering beskriver forskellige forslag til en vindmøllepark (se afsnit 3.6) bestående af 27 vindmøller. Parken er visualiseret fra forskellige afstande og vinkler. I rapporten er der vist nogle alternative opstillingsmønstre. Landskabsarkitekterne bag rapporten (Rambøll og Møller & Grønborg) påpeger, at det bør undersøges, hvordan en park udformet som en enkelt række møller vil tage sig ud. Rapporten har været et nyttigt redskab i forhold til de tidligere nævnte diskussioner og forhandlinger med interessehavere, og den har indgået som en central del af stjernehøringen.

9.2.2 Stjernehøring

Der blev indbudt et stort antal ”interessehavere” til stjernehøringen. Nedenfor er en liste med nogle af de væsentligste. En komplet liste findes i /31/ og bilag 4:

Amtsrådsforeningen, Danmarks Fiskeriforening, Danmarks Miljøundersøgelser, Danmarks Naturfredningsforening, Dansk Ornitologisk Forening, Dansk Sejlunion, Erhvervsministeriet, Farvandsvæsenet, Fiskeridirektoratet, Foreningen til Hovedstadens Forskønnelse, Forskningsministeriet, Forsvarskommandoen, Friluftsrådet, Greenpeace, Københavns Havn, Københavns Lufthavne, Kystinspektoret, Miljø- & Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, Statens Luftfartsvæsen, Telestyrelsen, Trafikministeriet.

9.2.3 Saltholm Flak og Peberholm som alternativ placering

Efter stjernehøringen pålagde Energistyrelsen bygherrerne at undersøge, hvorvidt der fandtes anvendelige alternative placeringsmuligheder for en vindmøllepark nær København. Middelgrunden er ikke den første placering, der har været på tale. Derfor kunne det ret hurtigt konstateres, at dette ikke var tilfældet. Konkret har en placering på Peberholm (ved Øresundsforbindelsen) og to placeringer på Saltholm Flak nord for Saltholm været undersøgt.

På Peberholm kunne der opstilles tre vindmøller, men det var grundejeren A/S Øresundsforbindelsen ikke interesseret i. Dertil kommer, at der på trods af den veludviklede infrastruktur på stedet ville være for stor afstand til et egnet nettilslutningspunkt.

Saltholm Flak er vind- og funderingsmæssigt en egnet placering for havvindmøller, men med den teknologi der var til rådighed, og de priser der var gældende på tidspunktet for undersøgelsen, ville det kræve en vindmøllepark bestående af mellem 70 og 180 møller, for at opnå en samfunds- og selskabsøkonomi, der var sammenlignelig med 27 møller på Middelgrunden. Det skyldes at vanddybden er større, så fundamenterne vil blive væsentlig dyrere, og den større afstand vil samtidig øge nettilslutningens andel af projektets omkostning. Selv med 27 møller vil følgende forhold tale imod placeringen:

- Der er større fiskeriinteresser.
- Der er større risiko for skibskollision.
- Flakket grænser umiddelbart op til EU-fuglebeskyttelsesområdet på Saltholm.
- Saltholm Flak er et relativt uberørt område, hvorimod Middelgrunden kan karakteriseres som et "teknisk landskab" jf. /21/.

Undersøgelsen af lokaliteternes egnethed indgår i VVM redegørelsen som "Alternative placeringer".

9.2.4 Det reducerede projekt

En anden og mere vidtgående konsekvens af stjernehøringen var, at bygherrerne på baggrund af de indkomne indsigelser valgte at reducere projektet fra 27 til 20 møller. Herved kunne møllerne placeres på en enkelt række, hvorved det visuelle indtryk af vindmølleparken blev langt mere harmonisk. Det betød dog, at parken kom længere mod syd end oprindeligt planlagt, hvorved den kommer tættere på den planlagte standpark ved Amagers østkyst. Parkens budgetterede produktion kunne stadig opretholdes, idet parkeffekten⁶ blev reduceret, samtidigt med at der var fremkommet møller med større effekt.

9.3 Anden høringsrunde

9.3.1 Anden visualisering

Som følge af at projektet var blevet reduceret, og at det stod klart, at projektet derfor ikke kunne godkendes på baggrund af den første høring, men skulle igennem en ny høring, blev der udarbejdet en ny visualiseringsrapport der udkom i april 1998. Rapporten beskriver det forslag, med de 20 vindmøller opstillet i en blød bue, som efterfølgende er blevet realiseret. Forslaget er, ligesom i den første rapport, visualiseret fra forskellig afstande og vinkler. I rapporten er der vist nogle alternative opstillingsmønstre, og der er medtaget en visualisering af en park på Saltholm flak /37/.

9.3.2 Offentlig høring

Det nye projekt med 20 vindmøller blev på foranledning af Energistyrelsen sendt i offentlig høring den 17. juli 1998. I forbindelse med høringen blev der afholdt et informationsmøde på Københavns Rådhus og sluttede den 4. september 1998. Forud for den offentlige høring

⁶ Parkeffekt er et udtryk for, at vindmøller i en park kan skygge for hinanden.

udsendtes forslaget i endnu en stjernehøring, hvor høringsfristen var identisk med datoen for den offentlige høring.

9.3.3 Høringssvar

Indsigelserne fra den offentlige høring var primært præget af overvejelser om den visuelle påvirkning, derudover var der en del positive tilkendegivelser.

Danmarks Naturfredningsforening (DN) var i sin indsigelse meget kritisk over for projektet. Dette standpunkt mødte efterfølgende massiv kritik fra bl.a. DN's lokal komité for København, der selv var positive i deres indsigelse, fra menige medlemmer - hvoraf en del har meldt sig ud i protest - og fra den forhenværende formand for DN Finn Bro Rasmussen. Som følge heraf, vedtog DN's repræsentantskab på et repræsentantskabsmøde den 21. november 1998 en resolution, der underkender forretningsudvalgets indsigelse. Konsekvensen er, at DN's forretningsudvalg, med et brev af 1. december 1998 over for Energistyrelsen tilkendegiver, at DN har ændret opfattelse og nu godt kan acceptere projektet.

Selvom DN normalt er en vægtig høringsberettiget organisation, er det vanskeligt at sige, om holdningsskiftet har haft betydning i forbindelse med Energistyrelsen sagsbehandling. Energistyrelsen tager den 4. december DN's ændrede indstilling til efterretning.

9.4 Principgodkendelsen

Middelgrundsprojektet blev principgodkendt af Energistyrelsen den 21. maj 1999. Principgodkendelsen er i henhold til § 1, stk. 6 i lov om elforsyning, en forudsætning for at kunne igangsætte forundersøgelser og planlægning.

Samtidig pålægges bygherrerne, at udarbejde en VVM-redegørelse og de dertil hørende miljøundersøgelser. Da ansøgningen om principgodkendelse er indsendt før den 14. marts 1997, kunne styrelsen imidlertid have valgt, at behandle ansøgningen efter de hidtil gældende regler.

Principgodkendelsen indebærer, at en endelig godkendelse kan påregnes under forudsætning af, at der i forbindelse med VVM-proceduren ikke findes nye miljømæssige forhold, der taler imod en realisering.

Derudover er det værd at bemærke, at Energistyrelsen ikke har taget stilling til den konkrete udformning af projektet. Og, at bygherrerne skal udforme projektforslaget således, at det i videst mulige omfang tager hensyn til de forslag, bemærkninger og indsigelser, der er fremkommet ved tidligere høringer.

9.4.1 Sagsbehandling af principgodkendelsen (i Energistyrelsen)

Principgodkendelsen blev givet af Energistyrelsen, og Energi- og Miljøministeriet har tilsluttet sig.

Energistyrelsen har baseret principgodkendelsen på høringssvarene fra de to første høringer og oplysninger om projektets økonomi. Det foreliggende materiale er så sammenholdt med de energipolitiske prioriteringer og samfundsøkonomiske hensyn. Principgodkendelsen betyder, populært sagt, at Energistyrelsen finder, at projektet er energipolitisk ønskværdigt og samfundsøkonomisk acceptabelt.

Selvom Energistyrelsen skriftligt havde stillet en principgodkendelse af projektet i udsigt allerede den 9. oktober 1998, blev den først givet den 21. maj 1999. Det skyldes sandsynligvis, at den parallelt løbende elreforms indvirkning på økonomien i *laugets* del af projektet, har haft forsinkende virkning på principgodkendelsen.

9.4.2 Konsekvenser af forsinkelsen for bygherrerne

Det sene tidspunkt for principgodkendelsen var uheldig i forhold til overholdelsen af tidsplanen for hele projektet. På grund af nye regler, der samtidigt blev vedtaget af Folketinget som en del af elreformen, var det en forudsætning for projektets gennemførelse, at der var underskrevet ubetingede kontrakter med samtlige leverandører senest den 31. december 1999. Kontrakten kunne ikke være ubetinget før den endelige godkendelse var modtaget. Den endelige godkendelse ville først kunne meddeles, efter at VVM-proceduren var gennemført med alt hvad den indebar. Derved stod det med det samme klart, at det ville blive problematisk, at nå det inden årets udgang.

Problemet blev forværret af elselskabernes bevillingsprocedurer, der betød, at der først kunne bevilges penge til de nødvendige forundersøgelser og detailprojektering, efter projektet var blevet principgodkendt.

Den sene principgodkendelse har konkret medført, at tidsplanen for: VVM høring, detailprojektering, udformning af udbudsmateriale, frist for aflevering af tilbud, gennemgang af tilbud, forhandlinger med producenter og underskrivelse af kontrakter er blevet meget komprimeret. Derudover har der blandt samarbejdspartnere og *laugets* medlemmer været berettiget tvivl om, hvorvidt projektet overhovedet *ville* blive godkendt. Det medførte store problemer i forhold til markedsføringen af *lauget*.

Uden at der har været regnet på det, kan det konstateres, at den komprimerede tidsplan har medført en uhensigtsmæssig anvendelse og disponering af menneskelige og økonomiske ressourcer, og at projektet antageligt dermed er blevet dyrere end nødvendigt.

9.4.3 Konsekvenser i forhold til godkendelsen af projektet

Udover at den sene principgodkendelse har givet problemer i forhold til bygherrernes arbejde og planlægning, blev udsendelsen af VVM redegørelsen og dermed den efterfølgende VVM høringsperiode udskudt, fordi der i Energistyrelsen var uklarhed om behovet for en "notifikation" af de svenske myndigheder. Da man valgte at høre de svenske myndigheder, blev høringsperioden forlænget med 14 dage, fordi den kom til at strække sig hen over sommerferien i både Danmark og Sverige. Samtidigt blev svarfristen forlænget med en måned, da svenskerne skal have en måned til at indlevere deres kommentarer efter udløbet af fristen for høringen. Dermed var der opstået en overhængende fare for, at projektet ikke kunne nå at blive godkendt inden årets udgang, hvad der var en forudsætning for at det overhovedet kunne realiseres. Godkendelsen blev (efter 4 års forarbejde) givet den 13. december 1999.

9.5 Redegørelse for vurdering af virkning på miljøet (VVM)

Vindmølleprojekter på havet, og i nogen tilfælde på land, er først for nyligt blevet omfattet af "VVM direktivet" (85/337/EØF). Heri kræves, at en bygherre for projekter af en vis størrelse og karakter, skal udarbejde en VVM rapport, der skal redegøre for samtlige relevante, potentielle påvirkninger (også de positive) af det omgivende miljø.

9.5.1 Behov for VVM

I løbet af 1998 blev bygherrerne opmærksomme på, at projektet på Middelgrunden kunne blive omfattet af direktivet, men først med principgodkendelsen i maj 1999 blev bygherrerne af Energistyrelsen pålagt at udarbejde en VVM redegørelse. Det må påregnes, at alle fremtidige projekter af denne type skal udarbejde en VVM redegørelse.

9.5.2 Forudsætninger og betingelser for VVM proceduren

Det er en forudsætning, at der foreligger en principgodkendelse, før VVM proceduren kan igangsættes.

Derudover forudsættes det formelt set også, at alle relevante miljøundersøgelser er gennemført og fyldestgørende beskrevet, før end VVM redegørelsen kan indleveres til Energistyrelsen og udsendes i offentlig høring. Denne forudsætning blev fraveget i Middelgrundsprojektets tilfælde af følgende årsager:

- Det er det første vindmølleprojekt, der har været underlagt kravet om en VVM procedure, hvorfor der er mange forhold og formalia, der ikke har været endeligt fastlagt på forhånd.
- Det var ikke helt afklaret, hvilke parametre det var relevant at undersøge.
- Der fandtes tilstrækkeligt med baggrundsmateriale og resultater fra tidligere undersøgelser til, at det var muligt at lave en tilfredsstillende "basisbeskrivelse" af Middelgrunden.

I praksis blev der lavet en basisbeskrivelse, der tog udgangspunkt i allerede kendte forhold og i nogle antagelser, som efterfølgende skulle verificeres, inden der kunne meddeles en endelig godkendelse. Alle de undersøgelser, der normalt ventes gennemført i forbindelse med en VVM redegørelse er gennemført efterfølgende.

9.5.3 Forberedende arbejde

Af formelle grunde kunne KE ikke anvise ressourcer til udarbejdelsen af miljøundersøgelserne før principgodkendelsen forelå, og *Lauget* havde ikke midler hertil før Energistyrelsen bevilgede øremærkede midler til *laugets* del af VVM redegørelsen. Dette forhold har været problematisk i forhold til at overholde projektets overordnede tidsplan, men blev løst ved at frivillige kræfter i *lauget* brugte timer til det forberedende arbejde, så det efterfølgende var muligt at komme hurtigt i gang med arbejdet. Hovedparten af VVM arbejdet er derfor gennemført i *Laugets* regi på vegne af begge bygherrer.

Af hensyn til fremtidige laugsbaserede vindmølleprojekter omfattet af VVM direktivet, skal der gøres opmærksom på, at det kræver betragtelige ressourcer at udarbejde en VVM redegørelse. Da redegørelsen skal udarbejdes på et tidspunkt, hvor projektet endnu ikke er godkendt, kan det være vanskeligt for et laug at finansiere denne redegørelse. For Middelgrundsprojektet blev problemet løst gennem Energistyrelsens bevilling til forundersøgelser.

Det er vanskeligt at forestille sig, hvorledes fremtidige vindmøllelaug kan gennemføre en sådan procedure uden enten at få støtte fra Energistyrelsen eller at sikre sig sponsorhjælp f.eks. fra en mølleleverandør.

9.5.4 Bidrag fra Rambøll, Carl Bro m.fl.

Bygherrerne faste rådgivere har alle på forskellig vis været involveret i arbejdet med VVM redegørelsen. Dels fordi en række af de tidligere udførte undersøgelser indgår og dels ved, at bygherrerne har rekvireret supplerende redegørelser, efterhånden som behovet opstod. Rambøll har været konsulteret i kraft af, at de har forfattet retningslinjerne for VVM redegørelsen, og at de har stor erfaring med VVM redegørelser fra andre sammenhænge. De enkelte delbidrag til redegørelsen fremgår af litteraturlisten og VVM redegørelsens bilag.

9.5.5 Mødeproceduren i Energistyrelsen

Udarbejdelsen af VVM redegørelsen for havvindmølleparken på Middelgrunden var en ny udfordring for alle involverede parter. I de ovenfor nævnte retningslinjer, er der ikke taget stilling til procedurer og formalia i processen. Fremgangsmåden består i, at den godkendende myndighed (her Energistyrelsen) sammensætter og indkalder en *miljø koordinationsgruppe* til en møderække hos Energistyrelsen. Miljø koordinationsgruppen bestod af: Energistyrelsen, Miljøkontrollen (Københavns Kommune), Skov- & Naturstyrelsen (kontorerne for hav- og råstof og marinarkæologi) samt repræsentanter fra de to bygherrer. Møderne havde til formål:

- at fremkomme med konstruktiv kritik til udkast til VVM redegørelsen.
- at parterne kunne diskutere proportioner og relevans af forskellige påvirkninger og tiltag.

Miljøkontrollen valgte ikke at deltage i møderækken, da man på dette tidspunkt fortsat var usikker på, hvem der efterfølgende skulle stå som miljøgodkendende instans. Man ønskede således ikke efterfølgende, at kunne blive indklaget som inhabil.

9.6 Den endelige godkendelse

Den endelige godkendelse af projektet blev meddelt af Energistyrelsen den 13. december 1999.

Af godkendelsen fremgår det bl.a., at Energistyrelsen er indforstået med, at det er KE der etablerer, driver og ejer nettilslutningen fra "en 30 kV sektion på Amagerværket til et centralt punkt på Middelgrunden". Det betyder, at *lauget* ikke skal betale "pro rata" for den del af projektet, og at der heller ikke skal betales transmissionsafgift for brugen af kablet. Det er ikke givet, at de samme vilkår vil gælde for fremtidige vindmøllelaug.

Energistyrelsen oplyser også, at den er indforstået med, at KE's del af møllerne medgår ved opfyldelsen af Elkraft's pålæg om opstilling af landbaserede vindmøller.

Derudover er der fastsat 36 "vilkår" for godkendelsen, se bilag 4. En stor del af disse vilkår var allerede indfrieede på det tidspunkt. De vilkår, der efterfølgende har fordret en opfølgning, er gennemgået i det følgende afsnit.

9.7 Opfølgning på VVM redegørelsen og på den endelige godkendelse

Efter afslutningen af VVM høringen, blev de indkomne høringssvar gennemgået af Energistyrelsen og bygherrerne, hvorefter et supplerende undersøgelsesprogram kunne udarbejdes, se nedenstående.

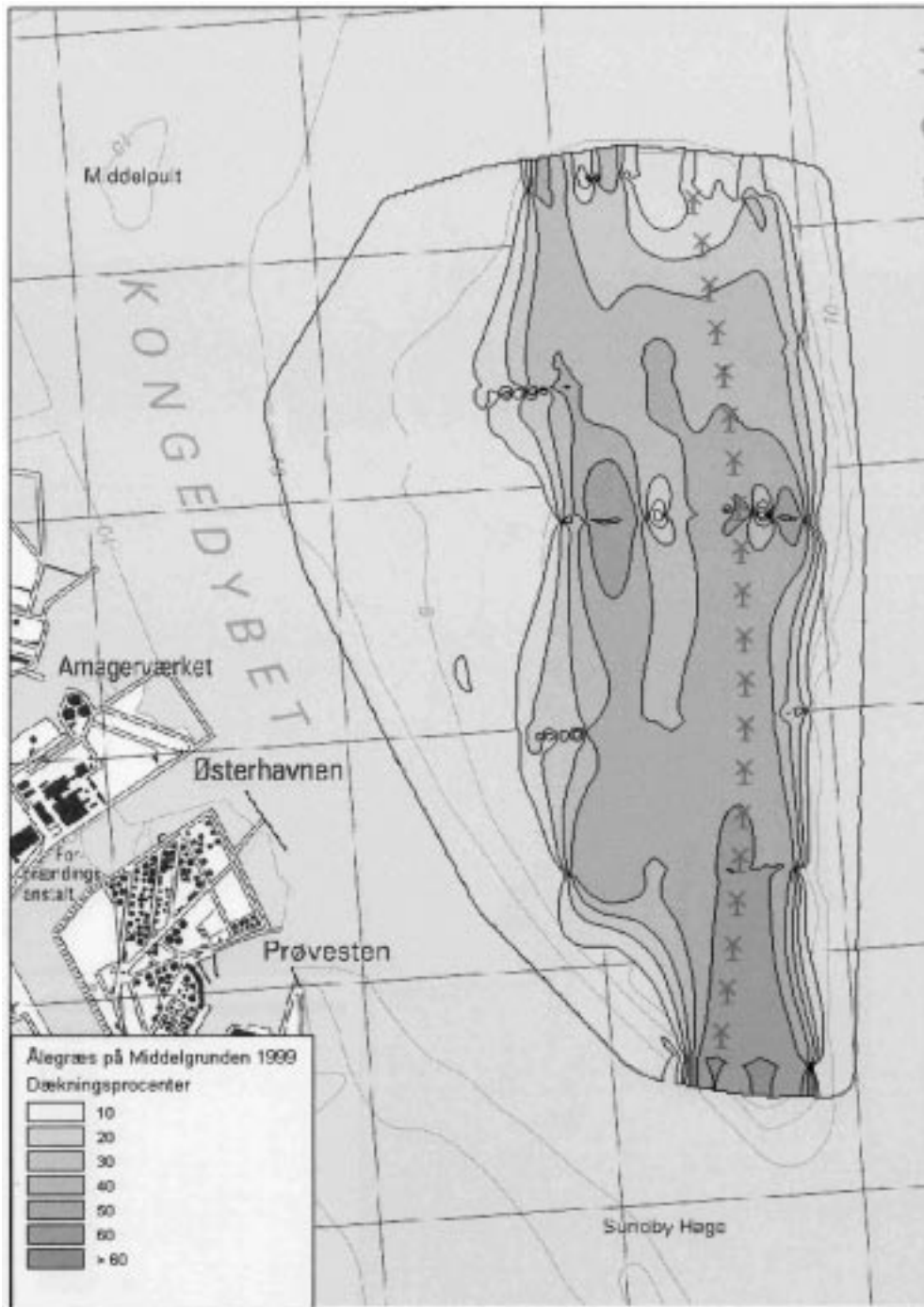
Derudover indeholdt en række af høringssvarene nogle forbehold, det var nødvendigt at få afklaret så hurtigt som muligt for ikke at forsinke projektet yderligere.

9.7.1 Marinarkæologiske undersøgelser

Nationalmuseet har gennemført undersøgelser af havbunden med henblik på at fastslå, om der findes rester af bopladser fra Jægerstenalderen. For ca. 8.000 år siden var området ved Middelgrunden en ø i et flodlandskab.

Museets undersøgelser /18/ viser imidlertid, at der ikke findes rester ældre end 100 år. Undersøgelserne blev gennemført ved, at en arkæologisk uddannet dykker udtog prøver for hver anden fundamentsposition fra et areal på 1 m². Prøverne blev herefter sigtet.

I forbindelse med Geoteknisk Instituts undersøgelser af bundforholdene blev der gennemført magnetometermålinger for derigennem at vurdere, om der forekom rester af skibsvrag på Middelgrunden. Skov- og Naturstyrelsen har analyseret resultaterne og ikke fundet tegn på vrag af historisk interesse. *Side scan sonar* målingerne viser, at der tilsyneladende findes rester af 5-6 vrag øst for møllerækken /27/. Vragene har en udstrækning på omkring 15 meter i længden.

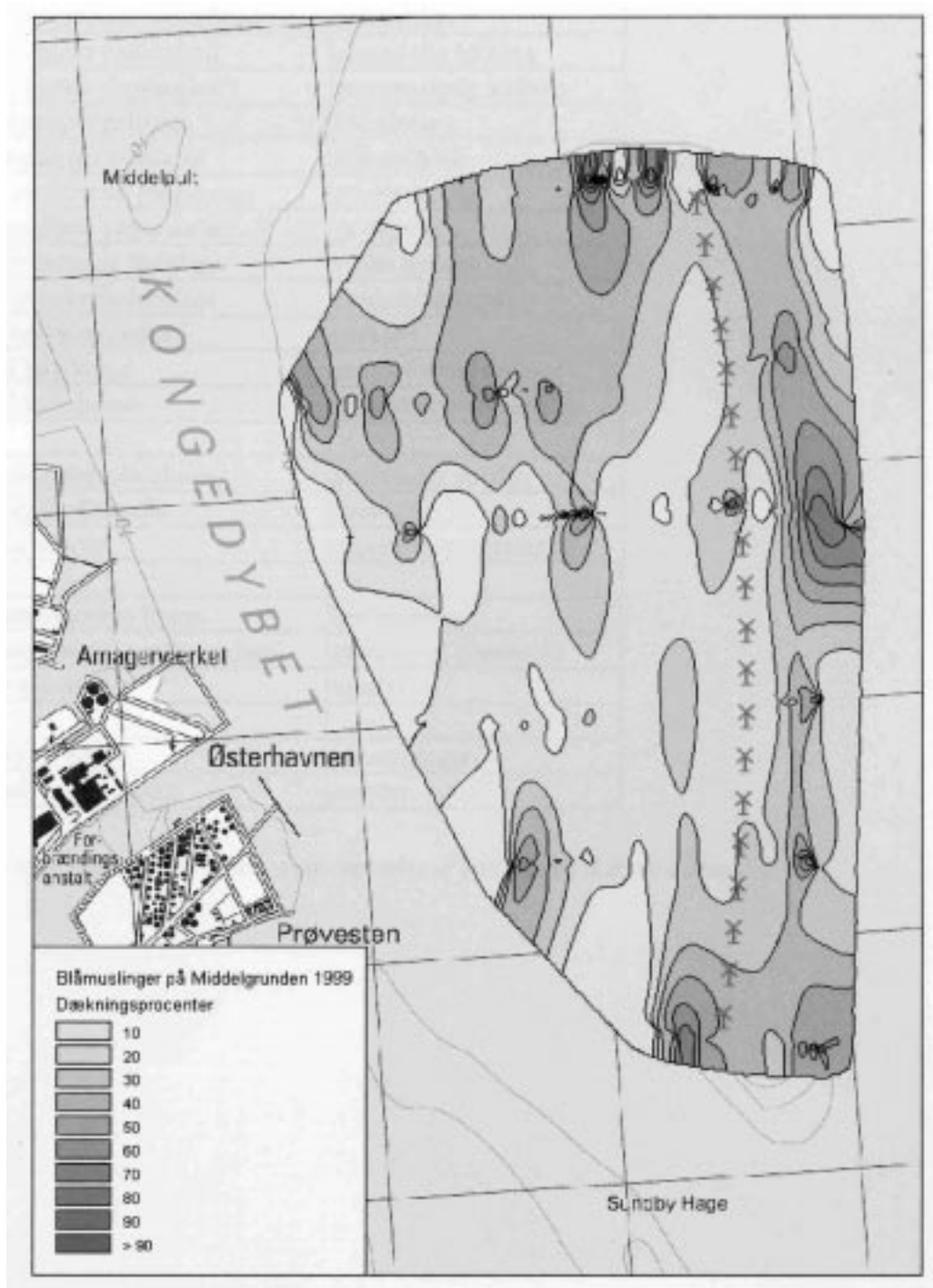


Figur 9.1 Udbredelse af ålegræs på Middelgrunden. Kilde /29/.

9.7.2 Flora og fauna

Hedeselskabet har gennemført en analyse af flora og fauna i 6 transsektorer på tværs af møllerækken /29/. I undersøgelserne foretages samtidigt udtagning af grabprøver med henblik på at kunne foretage en kvantificering af den stedlige flora og fauna. Undersøgelserne er foretaget fra kote minus 10 m i øst til kote minus 10 m i vest, således at der ved en gentagelse efter anlægsprojektet afslutning er mulighed for at anvende de ydre zoner som reference. Da Hedeselskabet samtidigt gennemfører tilsvarende undersøgelser for Københavns Amt i

området nord for Middelgrunden er der mulighed for at få et billede af anlægsprojektets påvirkning af flora og fauna.



Figur 9.2 Udbredelse af Blåmuslinger på Middelgrunden. Kilde /29/.

Der er endvidere gennemført en videoparavane langs møllerækken.

Hedeselskabet skal gennemføre tilsvarende analyser efter anlæggets etablering.

9.7.3 Sedimentspredningsanalyse

For at sikre, at der ikke under anlægsarbejdet spredes for meget sediment – forurenede som ikke forurenede – er der gennemført en spredningsberegning baseret på den graveinstruks, som vil blive anvendt ved udgravning for fundamenterne /11/. Graveinstruksen er identisk med den instruks, der blev anvendt på Øresundsforbindelsen, hvilket indebærer, at der ikke må spildes mere end 5% af det bortgravede sediment. Den anvendte model er baseret på data etableret under bygning af Øresundsforbindelsen.

Der blev endvidere gennemført en tilsvarende spredningsberegning for kabeltraceét mellem møllerne og Amagerværket /13/.

Simuleringerne viste, at der ikke ventes at opstå problemer, hvorfor der ikke er stillet krav om begrænsninger i arbejdet ved specielle vejrforhold.

9.7.4 Kompensationsafgravning

Etableringen af Øresundsforbindelsen skabte stor interesse for, hvorvidt broen og kommende projekter vil forstyrre vandgennemstrømningen i Øresund. Der er derfor gennemført bestemmelse af påvirkningen på vandgennemstrømningen i flere omgange.

Projektets påvirkning er så lille, at den ligger under den usikkerhed, som beregningsmodellerne giver mulighed for at udtale sig om. For at reducere den ikke målbare påvirkning yderligere blev det besluttet, at ændre fundamenternes form i og under vandoverfladen fra ottekantet til cirkulært. Dette vil efter de teorier, der anvendes, reducere påvirkningen af vandgennemstrømningen med yderligere 60%.

Teoretisk vil dette betyde, at der skal afgraves ca. 3.700 m³ havbund som kompensation. I VVM redegørelsen har bygherrerne argumenteret for, at det derfor ikke vil være rimeligt at gennemføre en kompensationsafgravning ud fra miljømæssige argumenter. Miljøstyrelsen var ikke overbevist herom, hvorfor Carl Bro og prof. Flemming Bo Pedersen fra DTU hver udarbejdede et notat om sagen /15/. Herefter nåede Miljøstyrelsen frem til, at der ikke var behov for en afgravning.

9.7.5 Miljøstyrelsen

Miljøstyrelsen har ikke ønsket at deltage i selve processen med at udarbejde VVM-rapporten, selvom det nok er den myndighed, der har haft flest forbehold og indvendinger.

I den tunge ende kan det nævnes, at styrelsens sagsbehandler ønskede at:

- Der skulle foretages deponering på land af materiale opgravet ved flere af fundamenterne.
- Der var behov for at kompensationsafgrave 6.000 m³ havbund, se afsnit 9.7.4.
- Der skulle ske en monitorering af tungmetalindholdet i bl.a. blåmuslinger.

Alle fordringer er efterfølgende bortfaldet.

9.7.6 Københavns Amt

Et mindretal i Københavns Amt har været imod opstillingen af parken. Det har ført til en del polemik i dagspressen, og et enkelt medlem rejste krav om, at VVM-høringen skulle forlænges.

9.7.7 Forsvarskommandoen

Som følge af et netop indgået forsvarsforlig, måtte Forsvarskommandoen anmode om, "at bygherre koordinerer opstillingen af vindmøller på Middelgrunden med Forsvarskommandoen". Det krævede en del undersøgelser og korrespondance at finde ud af, hvad der lå i denne formulering og efterfølgende at afklare, hvad denne koordination ville betyde for projektets tidsplan og økonomi. Problemet bestod i, at Forsvarskommandoen selv først skulle finde ud af, hvad forsvarsforliget ville medføre af forandringer og investeringer.

Det konkrete punkt handlede om, at der tilsyneladende var behov for en forbedret radardækning af området, og at der derfor skulle opstilles og drives en ekstra radar bekostet af bygherrerne. Omkostningerne hertil ville ifølge Forsvarskommandoen beløbe sig til mindst 2 mio. kr. eksklusiv drift og vedligehold.

Med brev af 3. december 1999 oplyser Forsvarskommandoen, at det er besluttet at bibeholde radaren på Dragørfortet, og at Forsvarskommandoen derfor frafalder sine forbehold.

9.7.8 Luftfartsvæsenet

Statens Luftfartsvæsen godkendte den 30. november 1999 en afmærkning af vindmøllerne (brevet fremgår af bilag 5). Ifølge godkendelsen skulle afmærkningen bestå af en rød lampe med et fast lavintensivt lys, som placeres på toppen af hver af de 20 møller. Denne løsning var tilfredsstillende og i overensstemmelse med hidtidig praksis, hvor Statens Luftfartsvæsen kun har krævet kraftigere afmærkning, såfremt vindmøllerne havde en samlet højde på mere end 150 m.

Statens Luftfartsvæsen har den 10. juli 2000 fremsendt nye krav til afmærkning af vindmøllerne (brevet fremgår af bilag 5). Heri er kravene til afmærkningen skærpet, idet det nu kræves, at den yderste 1/7 af møllevingerne males røde, og at hver mølle afmærkes med to middelintensive lys, som viser synkroniserede røde blink med en frekvens op til 60 gange pr. minut.

Energistyrelsen og Statens Luftfartsvæsens er dog blevet enige om, at kravene af 30. november 1999 er fyldestgørende, idet der samtidigt er nedsat en arbejdsgruppe, som skal vurdere de fremtidige krav til havvindmøller.

9.7.9 Fiskeri

Energistyrelsens godkendelse af 13. december 1999 bestemte, at bygherren skulle gennemføre forhandlinger med erhvervsfiskerne om eventuel erstatning for mistede fiskerimuligheder under og efter anlægsarbejdet i henhold til § 17 i Saltvandsfiskeriloven.

Baggrunden for erstatningen er, at der i forbindelse med anlægsarbejdet til Middelgrundens Vindmøllepark skal foretages afgravning til fundamenter og sejlrender, klappes uforurenet materiale samt nedlægges ilandføringskabel. Derudover er der et område, der vil være

permanent tabt for fiskeri. Efter anlægsfasen kan det dog også forventes, at møllefundamenterne vil have en positiv effekt på fiskebestanden.

Disse forhold er i en forhandling med Danmarks Fiskeriforening vejet op mod hinanden. Slutteligt er der indgået en frivillig aftale mellem bygherrerne og fiskerne, der baseres på de hidtidige fangster i området. Princippet i aftalen bygger på, at anlægsområdet lukkes for fiskeri i anlægsperioden (april - december 2000), og at fiskeriet er permanent tabt, hvor fundamenterne er placeret. Selve erstatningsbeløbet kan ikke oplyses, da aftalen er fortrolig.

Erstatningsbeløbet udbetales til Danmarks Fiskeriforening, der herefter er ansvarlig for den indbyrdes fordeling mellem, og udbetaling til, de berørte fiskeriforeninger/fiskere.

10 Samlet anlægs- og driftsbudget

Dette afsnit omhandler *laugets* budget for anlæg og drift af parken samt forsikringsforhold.

10.1 Anlægsbudget

Budgettet angivet i tabel 10.1, herunder andelsprisen på 4.250 kr, blev fastlagt i august 1999, dvs. inden de endelige priser var kendt. Før august 1999 var andelsprisen budgetteret til 4.500 kr. Da anlægsarbejderne endnu pågår kendes det endelige anlægsregnskab ikke i skrivende stund. Men som det fremgår af tabel 10.1, forventes der ikke store ændringer i forhold til budgettet.

Det forventede budget må dog tages med forbehold, da regnskab og kontrakter ikke er opgjort endnu.

Ved udarbejdelsen af anlægsbudgettet blev der lagt en konservativ vurdering for ikke at komme i en situation med budgetoverskridelser og deraf følgende troværdighedstab. Til gengæld er alle andelshavere blevet informeret om, at hvis den endelige andelspris bliver lavere end 4.250 kr., vil det overskydende beløb blive tilbagebetalt til andelshaverne i forbindelse med den første udlodning af driftsoverskud.

Denne "forsigtige" budgetlægning har været brugt i tidligere landbaserede laugsprojekter og har været endnu mere nødvendig på Middelgrunden. Der er med andre ord ikke lovet mere i tegningsmaterialet, end projektet kan holde. Ved en budgetoverskridelse ville det desuden være besværligt at indhente ekstra 100-200 kr. pr. andel hos 8.000 andelshavere. Konsekvensen har været, at andelsprisen har været sat lidt højere end en række landbaserede projekter, som typisk har kostet ca. 3.700-3.900 kr.

Anlægsøkonomi	Budget		Forventet juni 2000	
Vindmøller	100	mio. kr.	100	mio. kr.
Fundamenter	37	mio. kr.	39,5	mio. kr.
Nettilslutning	17	mio. kr.	13	mio. kr.
Rådgivning og planlægning	8	mio. kr.	8	mio. kr.
Etablering af <i>lauget</i>	4	mio. kr.	6	mio. kr.
Diverse og uforudsete udgifter	6	mio. kr.	8,5	mio. kr.
Sydlig møller	-	mio. kr.	-2,5	mio. kr.
I alt	172	mio. kr.	172	mio. kr.
Beregnet produktion	41.326	MWh	44.000	MWh
Nettab	indregnet	%	1,5	%
Rådighedstab	2	%	2	%
Sikkerhed			4	%
Solgt produktion	40.500	MWh	40.500	MWh
Antal andele	40.500	stk.	40.500	stk.
Andelspris	4.250	kr./andel	4.250	kr./andel

Tabel 10.1 Anlægsøkonomi.

Forudsætningerne anvendt ved udarbejdelsen af de enkelte budgetposter fremgår af tabel 10.2.

Anlægspost	Forudsætninger
Vindmøller	Baseret på en 2,0 MW mølle og er inkl. transport og opstilling.
Fundamenter	Baseret på overslag fra det rådgivende ingeniørfirma Carl Bro as. Der er ikke indregnet betaling for brugsret til grunden, idet Energistyrelsen ikke kræver betaling herfor.
Nettilslutning	Omfatter kabler og koblingsanlæg mellem møllerne. Kablet ind til land anlægges af Elkraft/Københavns Energi.
Rådgivning og planlægning	Dækker anslåede omkostninger ved udbuds- og tilbudsarbejdet, byggestyring og planlægningsarbejdet.
Etablering af <i>lauget</i>	Udgifter til annoncer, salg af andele, styring af medlemskartotek, afholdelse af I/S møder, juridisk bistand m.v. Der er regnet med et engangsbeløb på 150 kr./andel.
Diverse og uforudsete udgifter	Udgifter til ekstra miljøforanstaltninger, ekstra anlægsomkostninger, eventuel servicebåd, skiltning, samt uforudsete udgifter.
Beregnet produktion	Vurderingen bygger på grundige vindmålinger, som Risø har foretaget over en knap 2-årig periode.
Nettab	Der er regnet med 1,5% i nettab.
Rådighedstab, driftsstop	Der er regnet med et tab på 2%, hvor møllerne forventes at stå stille på grund af driftsstop. Rådigheden er med andre ord sat til 98%. De eksisterende havmøller ved Tunø har en rådighed på 98,7 %, hvilket viser at en rådighed på Middelgrunden på 98% er realistisk.
Sikkerhed	De 4% i tab er udtryk for en forsigtighed i <i>laugets</i> budgetlægning.

Tabel 10.2 Forudsætninger for anlægsøkonomien.

10.2 Driftsøkonomi

Laugets driftsøkonomi bygger på følgende nøgletal:

År 1 til år 6	
Salgspris for el	330 kr.
Grønt VE-bevis/afgiftsrefusion	270 kr.
Indtægt ved elsalg	600 kr.
Drift og vedligehold	- 70 kr.
Nettoindtægt	530 kr.

Tabel 10.3 Årlig indtægt pr. andel de første 6 år af projektet (i faste år 2000 priser).

År 7 til år 20	
Salgspris for el *)	330 kr.
Grønt VE-bevis/afgiftsrefusion *)	100 kr.
Indtægt ved elsalg	430 kr.
Drift og vedligehold	- 70 kr.
Nettoindtægt	360 kr.
*) garanteret mindstepris til år 10	

Tabel 10.4 Årlig indtægt pr. andel fra år 7 til 20
(i faste år 2000 priser).

10.2.1 Forudsætninger for driftsøkonomien

Salgspris for el og afgiftsrefusion.

Som en del af elreformen har forligspartierne i Folketinget besluttet at sikre en minimumspris på 60 øre/kWh i 12.000 fuldlasttimer. 12.000 fuldlasttimer svarer til 6 års drift på Middelgrunden. I følge elreformen er der desuden garanti for en minimum afregningspris på 43 øre/kWh i 10 år. Denne garanti for afregningsprisen i de første 10 år forudsætter dog, at alle myndighedsgodkendelser og kontrakter er indgået inden den 31. december 1999. Disse forudsætninger er opfyldt, idet Energistyrelsen har godkendt projektet den 13. december 1999, og kontrakterne er underskrevet den 21. december 1999.

Fra år 10 til år 20 er der forudsat en samlet indtægt på 43 øre/kWh. Afregningsprisen kan blive højere, men den kan også blive lavere. En budgetpris på 43 øre/kWh mener *lauget* er en realistisk pris, men denne pris er ikke garanteret, hvilket andelskøberne gøres opmærksom på. Hvis elprisen falder til under 33 øre/kWh, betyder det, at de Grønne VE-beviser skal sælges til en tilsvarende højere pris end 10 øre/kWh, såfremt budgettet skal holde.

Drift og vedligehold.

Drift og vedligehold er beskrevet i tabel 10.5. De første 2 år er der ikke serviceudgifter, men i stedet henlægges 2 mio. kr. til uforudsete reparationer m.v. I de efterfølgende 3 år er der indgået en drift- og vedligeholdelsesaftale med Bonus, som ligger meget tæt op af det fremlagte budget.

I praksis forventes drifts- og vedligeholdelsesudgifterne at stige med inflationen (2%), dvs. startende med 6,4 øre/kWh og stigende til 9,5 øre/kWh i år 20 i løbende priser. For at gøre det overskueligt er der regnet med 7 øre/kWh i tabel 10.3 og 10.4 svarende til 70 kr./andel.

Drift og vedligehold	År 1-2	År 3 til 20
Forsikring	800.000 kr.	800.000 kr.
Service	0 kr.	600.000 kr.
Vedligehold	100.000 kr.	500.000 kr.
Henlæggelse	1.000.000 kr.	0 kr.
Administration	700.000 kr.	700.000 kr.
I alt	2.600.000 kr.	2.600.000 kr.
I alt pr. kWh	6,4 øre	6,4 øre

Tabel 10.5 Drift og vedligehold (i faste år 2000 priser).

Forsikring

Der foreligger forsikringstilbud, som skal forhandles på plads, når alle detaljer er fastlagt. Forsikringen vil indeholde en all-risk (skader på mølle, fundament, kabler), ansvar (for skader

på andres ejendom), ledelsesansvarsforsikring, samt en driftstabsforsikring. En mere detaljeret beskrivelse findes i afsnit 10.3.

Service

De første 2 års service forestås af vindmølleleverandøren, som en del af købsaftalen.

Serviceudgifter er beregnet ud fra serviceaftaler på tilsvarende landmøller og ud fra overslag fra vindmølleleverandørerne. Serviceudgifter er eksempelvis daglig overvågning af driften, igangsætning efter driftsstop og et halvårligt eftersyn af møllerne.

Vedligehold

Vedligehold de første 2 år er alene forbrugsstoffer f.eks. olie til gearkasse. Derefter er det udgifter til udskiftning af sliddele og reparationer.

Henlæggelser

Der er henlagt 2 mio. kr. efter 2 år. Disse penge reserveres i *lauget* til uforudsete og pludseligt opståede reparationer. Det er ledelsens politik at have kapital stående i *lauget* for at kunne sikre en uforstyrret drift. Ved fremlæggelsen af det årlige regnskab/budget vil politikken løbende blive fastlagt.

Administration

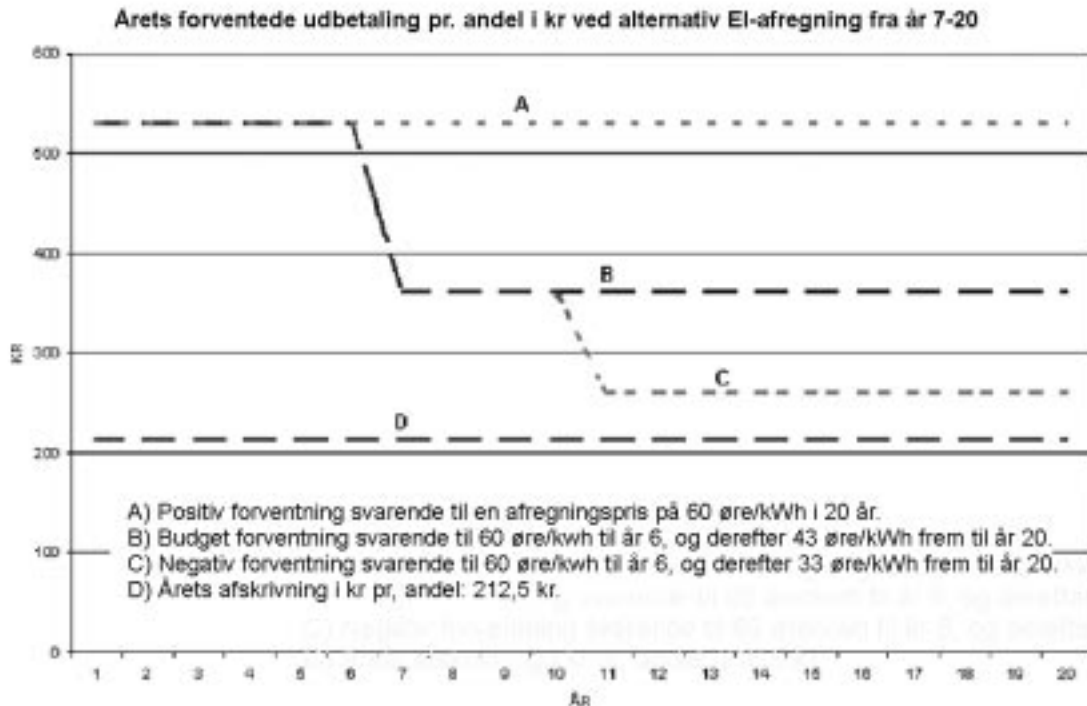
Administrationen består af medlemskartoteket, regnskab, revision af regnskab, telefon, edb, udbetaling til medlemmerne, ledelsesmøder, interessentskabsmøder, udsendelse af materiale, venteliste m.v. Der er regnet med 2 årlige udsendelser til medlemmerne. Arbejdet har hidtil været udført af Københavns Miljø- og Energikontor, og vil fremover kunne passes af en deltidsansat medarbejder.

10.2.2 Følsomhed

Med hensyn til perioden fra år 1 til og med år 10 er projektet omfattet af de fastsatte overgangsregler for vindmøller efter elreformen, hvilket betyder at minimum for afregningsprisen ligger fast i denne periode.

Projektets økonomi efter år 10 er primært følsom for udviklingen af elprisen og værdien af de grønne VE-beviser. I hele perioden er der forudsat en driftsomkostning på 7 øre/kWh. I nedenstående figur er variationen i udbetalingen pr. andel illustreret med tre forløb. Graf B svarer til det under "driftsøkonomi" beskrevne forløb.

Med hensyn til den producerede mængde af energi, vedligeholdelsesudgifter mv., vil der naturligvis være udsving fra år til år, men set over projektets samlede levetid, anses dette ikke for væsentligt.



Figur 10.1 Årets forventede udbetaling pr. andel ved alternativ el-afregning fra år 7 - 20.

10.3 Forsikring

Laugets ledelse og revisor var af den opfattelse, at der kunne opnås betydelige besparelser i forsikringsbeløbene, hvis der blev anvendt en mægler.

Under forhandlingerne med forsikringsselskaberne blev følgende forhold specielt analyseret:

- Forsikring for ledelsesansvar tilbage fra tidspunktet for udsendelse af tegningsmateriale.
- Dækning for manglende produktion som følge af fejlagtig vindberegning. Denne forsikring blev ikke tegnet, da der forelå tilstrækkeligt gode målinger af vindforholdene.
- Dækning for skader forvoldt af skibe, der ikke har forsikringen i orden eller som forsvinder.
- Almindelig kaskoforsikring forårsaget af uheld, f.eks. lynnedslag inklusiv dækning af driftstab.
- 5-årig forsikring for skader på gear og vinger.

Sidstnævnte forsikring blev tegnet direkte gennem Bonus.

Erfaringen fra forsikringstegningen er, at der trods en ensartet udbudsprocedure kommer stærkt afvigende tilbud ind, som det uden faglig kompetence kan være vanskeligt at tage stilling til. Der viste sig ganske store muligheder for besparelser ved forudbetaling over 5 år og accept at en lidt større selvrisiko.

I forbindelse med etableringen af byggeriet blev der i samarbejde med SEAS og KE tegnet en all-risk bygherreforsikring og en forsikring for de interne rådgivere, der var involveret i projektet.

11 Organisation af Middelgrundens Vindmøllelaug

Dette afsnit omhandler arbejdet med organisering af Middelgrundens Vindmøllelaug I/S, herunder forhåndstegning og salg af andele, finansieringsundersøgelser, organisationsformer information til medlemmer og offentligheden.

11.1 Organisationsform

Da der ved projektets start i 1997 ikke fandtes lovgivning for vindmøller etableret på havområder i Danmark, har *Arbejdsgruppen* og *lauget* valgt så vidt muligt at følge de regler, der findes for vindmøller på land.

Middelgrundens Vindmøllelaug er etableret som et interessentskab, sådan som det er almindeligt for vindmøllelaug i Danmark.

To lovgivninger er bestemmende for etablering af vindmøllelaug nemlig:

- Skattelovgivningen⁷ og
- Reglerne for nettilslutning⁸.

Nettilslutningsbekendtgørelsen kræver, at vindmøller i Danmark skal være personligt ejede. Dette udelukker andre organisationsformer som andelsselskabet og aktieselskabet. Skattelovgivningen understøtter dette, ved at kun fysiske personer kan opnå skattefradrag for indtægter fra vindmøllen. Kombinationen af de to lovgivninger gør, at interessentskabsformen hidtil har været anset for at være eneste mulighed for etablering af vindmøllelaug.

Interessentskabsformen har den ulempe, at deltagerne hæfter direkte og solidarisk. Ledelsen for Middelgrundens Vindmøllelaug finder den solidariske hæftelse uhensigtsmæssigt i en ny type projekt, som der her er tale om. Dels er der tale om et samlet etableringsbudget på ca. 170 mio. kr., hvilket er væsentligt mere end for andre vindmøllelaug i Danmark, og dels ønsker man at give flest mulige elforbrugere i lokalområdet mulighed for at deltage. Ledelsen bad derfor i 1998 professor Bernhard Gomard om at undersøge alternative organisationsmuligheder. Bernhard Gomard's notat /28/ er vedlagt som bilag 6. I notatet peger Bernhard Gomard på muligheden af at organisere vindmøllelauget som et kommanditselskab (K/S). Da K/S hidtil har været uprøvet var ledelsen ikke helt tryk ved at skifte organisationsform midt i projektopbygningen.

Ved at fastholde I/S formen, har man opnået vished og kontinuitet i forhold til det hidtil kendte. Til gengæld er der mange, der har afstået fra at investere i projektet alene af den årsag. Det gælder specielt for virksomheder og andre der har søgt rådgivning hos folk, der ikke i forvejen har erfaring med vindmølleprojekter.

Under *laugets* opbygning viste det sig, at det ville have været muligt at hverve flere virksomheder, hvis interessentskabet havde været opdelt i flere delselskaber med hver sit afgrænsede ansvar.

Lauget har gennem opbygningen modtaget flere henvendelser fra personer, der har kendskab til vedtægter fra vindmøllelaug organiseret som interessentskaber, hvor der efter sigende ikke var tale om solidarisk hæftelse. En gennemgang af de fremsendte vedtægter har vist, at disse

⁷ Lov nr. 488, 1996.

⁸ Bekendtgørelse nr. 1148, 1996 fra Energistyrelsen.

ikke har været i overensstemmelse med det retslige grundlag for interessentskaber. Der kan kort konkluderes, at man ikke kan formulere sig uden om den solidariske hæftelse i et interessentskab, det er en bærende del af det retslige grundlag for interessentskaber.

11.2 Usikkerheder

Som nævnt var, og er, der ingen lovgivning for etablering af privatejede havmøller i Danmark. Dette har medført mange usikkerheder og problemer undervejs i processen. Eksempelvis kan nævnes at Energistyrelsen først i et brev den 6. september 1999 fastslår at nettilslutningsbekendtgørelsen nr. 1148 af 13. december 1996 ikke gælder for vindmøller opstillet i havområder. Dermed blev der skabt klarhed for at lovgivningen ikke stiller krav om lokaltilknytning for andelshavere i Middelgrundens Vindmøllelaug. Efterfølgende besluttede *laugets* ledelse at frigive salget af andele til hele Danmark.

Tilsvarende har der ikke været klarhed over, hvordan nettilslutningen skulle finansieres. Først i efteråret 1999 besluttede Elkraft bestyrelse, at ilandføringskablet kunne finansieres som en del af det offentlige net.

I marts 1999 blev der indgået politisk forlig om en ny elforsyningslov. Også denne proces har skabt megen usikkerhed om grundlaget for projektet. Hvilken elafregning kunne påregnes? Hvordan med et grønt marked for VE-beviser? Samtidig blev mange "historier" om vindmølleres fremtidige økonomi bragt i medierne, hvorved der blev skabt usikkerhed blandt *laugets* andelshavere. Den nye elforsyningslov (lov nr. 375 af 2. juni 1999) er i skrivende stund ikke trådt i kraft på en række områder, som omhandler havvindmøller.

Elliberaliseringen har desuden skabt stor usikkerhed hos *laugets* samarbejdspartner Københavns Energi om de fremtidige vilkår.

11.3 Etablering af *lauget*

Middelgrundens Vindmøllelaug I/S, blev stiftet den 28. maj 1997 i Landstingssalen på Christiansborg. Forud var gået over et års forarbejde, der var finansieret ved forhåndstegning af andele og ved bevillinger fra *Den Grønne Fond* og Energistyrelsen, under fase 1 /31/.

Ordinært interessentskabsmøde blev afholdt den 30. marts 1998 med 107 deltagere. Vigtige punkter var ændringen af projektet fra 27 til 20 vindmøller og at ledelsen fik bemyndigelse til at forberede de nødvendige aftaler for en etablering af projektet.

Næste ordinære interessentskabsmøde blev afholdt den 30. marts 1999 med 139 deltagere. Vigtige punkter var samarbejdsaftalen med Københavns Belysningsvæsen og bemyndigelse til genforhandling heraf, samt betydningen af elreformen som Folketingets partier netop havde vedtaget.

Den 1. december 1999 var det nødvendigt at afholde ekstraordinært interessentskabsmøde. Projektets godkendelse var ikke i hus, men kontrakter på mølleleverancer m.v. skulle underskrives inden årets udgang, hvilket igen krævede interessentskabets opbakning. Der deltog 375 andelshavere og igangsætningen af projektet blev enstemmigt vedtaget.

Endelig blev der afholdt ordinært interessentskabsmøde den 30. marts 2000 med 387 deltagere. Referaterne af disse møder ligger på www.middelgrunden.dk

11.4 Forhåndstegning og salg af andele

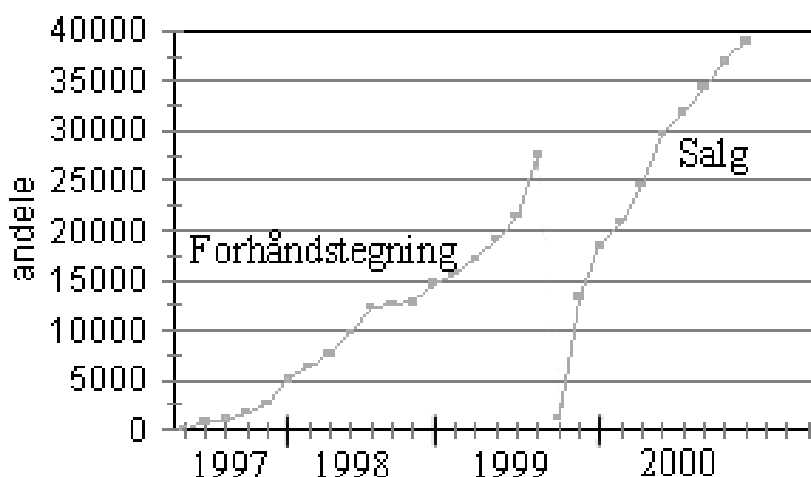
Forhåndstegningen startede i marts 1997 og krævede indbetaling af 50 kr./andel. Forhåndstegningen blev lanceret som et gebyr og en "udbetaling" på en andel. Med en forhåndstegning kunne folk vise deres støtte til projektet og samtidig vise deres seriøse interesse i senere at købe en andel. Fra starten blev det gjort klart, at folk ikke kunne få de 50 kr. tilbage, hvis projektet ikke blev til noget, eller hvis de af andre grunde ønskede at træde ud af projektet.

Lauget har haft den overbevisning, at det var nødvendigt at forhåndstegne andele og dermed optage medlemmer i *lauget* lige fra starten. Det har det været af følgende tre grunde:

- 1) Fra starten var det en af de eneste indtægtskilder for *lauget* overhovedet bortset fra bevillingen fra Energistyrelsen. Da bevillingen fra Energistyrelsen ikke måtte anvendes til annoncering og lignende markedsføring, har indtægten fra forhåndstegningerne været nødvendige for opbygning af *laugets* medlemskreds, samt dets administration. Der er også modtaget ubetinget økonomisk støtte fra 2 mølleproducenter hertil.
- 2) Projektet er mange gange større end hidtidige laugsbaserede projekter, hvorfor det har været af stor betydning, at der var et stort antal medlemmer i *lauget* i det øjeblik projektet fik den endelige godkendelse. Årsagen er, at det ville tage tid at bygge medlemstilgangen op. Den stramme tidsplan for projektet efter den endelige godkendelse har yderligere betydet, at det har været vigtigt med en opbygning i god tid.
- 3) Det vurderes, at det har været vigtigt for politikere og sagsbehandlere, som skulle tage stilling til projektets skæbne, at projektet havde et solidt "bagland".

Forhåndstegning og salg

Middelgrundens Vindmøllelaug I/S



Figur 11.1 Udviklingen i salg af andele

Af figur 11.1 ses forløbet i forhåndstegningen og salget. Fasen med forhåndstegning varede næsten 3 år og blev afsluttet den 1. november 1999, hvor salget samtidigt blev startet op. Det var således nødvendigt at starte salget af andele før projektet var formelt godkendt. De første

udgaver af tegningsmaterialet indeholdt information om, at projektet endnu ikke var endeligt godkendt, og at dette var en forudsætning for salget. Dette forbehold medvirkede til, at salget kom lidt langsomt fra start. I løbet af foråret 2000 lykkedes det at skabe opmærksomhed om, at projektet var endeligt godkendt, og at det dermed var en tryk investering.

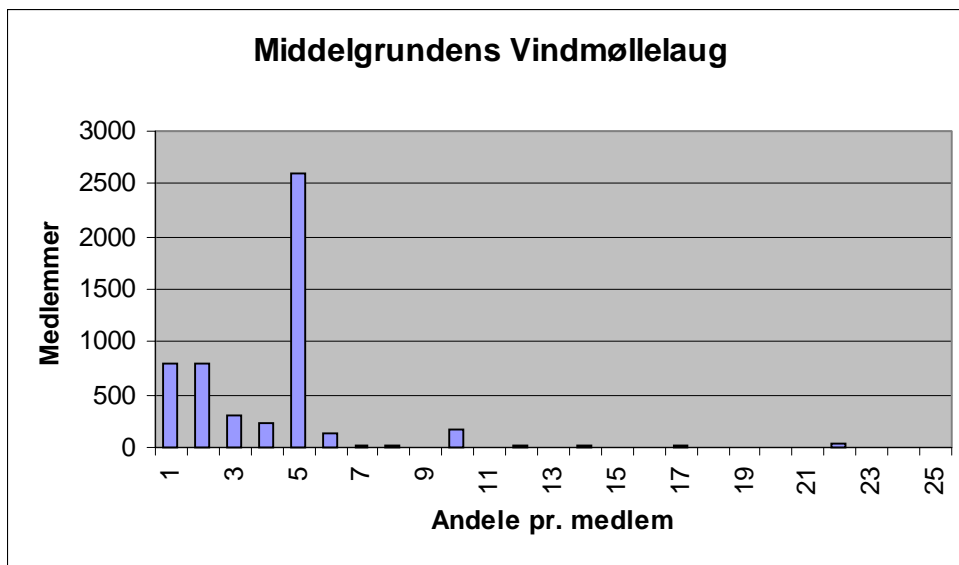
Siden starten af 1997 er der udsendt informationsmateriale til mere end 27.000 personer, som er registreret i *laugets* database. Derudover er der trykt mere end 20.000 informationspjecer, som er distribueret ad andre kanaler (biblioteker, Kommuneinformation, lokale husstandsomdelinger m.v.) Forundersøgelserne har dermed givet mulighed for en bred og massiv information af interesserede og offentligheden.

11.5 Andele for 170 millioner kr.

Ca. 8.000 personer og virksomheder har tilsammen købt mere end 40.000 andele i Middelgrundens Vindmøllelaug. Salget af andele er gået tilfredsstillende siden projektet blev godkendt i december 2000. I november 2000, havde *lauget* næsten forhåndstegnet alle møllerne, men der har været et stort opfølgingsarbejde med at få realiseret alle de forhåndstegnede andele. Samtidig har *lauget* intensiveret annonceringen og gået på TV2 Lorry med reklamespots. I maj 2000 lå salget på ca. 1.000 andele pr. uge.

Det har vist sig at det er småinvestorerne, som bærer projektet. En foreløbig opgørelse viser at 77% af alle andele er tegnet af folk, som har fra 1-5 andele, se figur 11.2. Opgørelsen er baseret på salgsstatus, hvor ca. 50% af andelene i projektet var solgt. Efter den 21. maj 2000 kan der frit tegnes andele. Dermed kan alle købe mere end 30 andele, som hidtil har været det maksimale antal pr. person. Ved juli månedens udgang er gennemsnittet dog fortsat 5 andele pr. andelshaver

Hovedparten af andelshaverne køber 5 andele svarende til en investering på 21.250 kr. Baggrunden for at folk køber op til 5 andele, er efter alt at dømme, at indtægten fra de første 5 andele er skattefri.



Figur 11.2 Fordelingen af andele pr. medlem pr. 1. februar 2000.

Hovedparten af andelshaverne bruger egen opsparing, når de køber andele. Et overslag viser, at ca. 8% af andelshaverne vælger at lånefinansiere købet af andelene. Overslaget er dog

behæftet med usikkerhed, da den enkelte andelshaver ikke oplyser, hvordan pengene er fremskaffet.

11.6 Administration

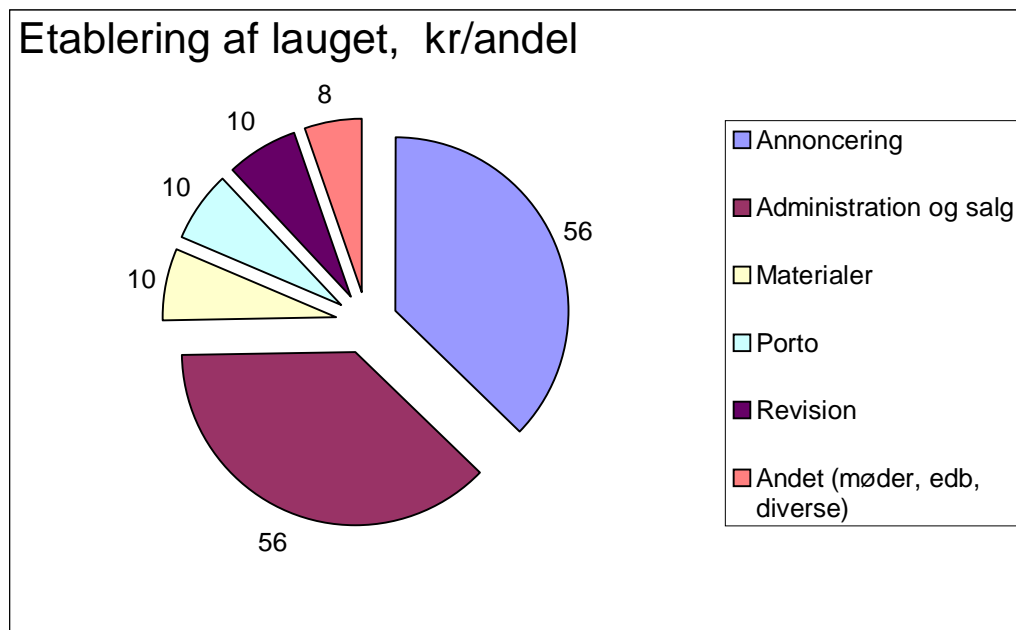
Der fandtes ikke et database og økonomiprogram til styring af et møllelaug med 40.500 andele og 8.000 medlemmer. Køb og udvikling af relevant software var nødvendig med henblik på, at kunne styre datamængden og tilrettelægge driften på lang sigt. Dette blev kraftigt anbefalet af *laugets* revisor.

Imidlertid kunne *lauget* ikke disponere det nødvendige beløb før endelig beslutning om projektet var truffet af Energistyrelsen, dvs. i december 1999. Dette har betydet ekstra arbejde på sekretariatet, idet kapaciteten af det eksisterende kartoteks- og databasesystem ikke kunne følge med medlemmernes indbetalinger. Det har givet usikkerhed hos medlemmerne i form af "om *lauget* nu havde styr på tingene". En nøjere beskrivelse findes i referat fra det ekstraordinære I/S møde i december 1999.

For at spare på administrationen er andelshaverne blevet bedt om at beholde deres indbetalingskvittering løbende. Ideen var, at alle andelshavere kunne få en samlet kvittering i form af et andelsbevis, når projektet var fuldtegnet. Dette var optimalt i perioden med forhåndstegning. Da salget begyndte i november 1999 og folk indbetalte det fulde andelsbeløb, var det dog ikke en optimal løsning. Mange ringede ind for at checke at betalingerne var modtaget, hvilket skabte stort pres på telefonerne.

En anden enkel administrativ løsning var at folk selv skulle sørge for indbetaling efter at tegningskontrakten var underskrevet. En del har overset dette og har efterfølgende ringet og spurgt om betalingsbetingelserne. Også denne procedure er en konsekvens af det manglende databasesystem.

Den forholdsvis enkle administration har dog bidraget til at få løst opgaven med et totalt forbrug på ca. 150 kr./andel, idet megen information er udsendt via e-mail og bragt på *laugets* hjemmeside. Udgifter til etablering af *lauget* fremgår af figur 11.3.



Figur 11.3 Udgifter til etablering af *lauget* i kr. pr. andel.

11.7 Hjemmeside

Tidligt i forundersøgelserne blev der etableret en hjemmeside www.middelgrunden.dk for projektet. Formålet var i første omgang at informere offentligheden om udviklingen i projektet. Således blev visualiseringer, høringssvar og VVM redegørelsen m.m. løbende offentliggjort på hjemmesiden.

Hjemmesidens andet hovedformål var organiseringen af Middelgrundens Vindmøllelaug.

Begge formål er indfriet, idet der har været mere end 49.000 besøgende på hjemmesiden.

Hjemmesiden er nu overtaget af Middelgrundens Vindmøllelaug.

11.8 Erfaringer og konklusion vedrørende organisation

- Den folkelige opbakning og den politiske dialog i godkendelsesprocessen var en uomgængelig forudsætning for projektets succes.
- Samarbejdet med KE og SEAS har været en vigtig forudsætning for projektets succes.
- Forhåndstegning var – godt til dokumentation af opbakningen bag projektet og nødvendigt for at have en minimal økonomi i *lauget*.
- I/S formen holder mange interesserede væk.
- Energistyrelsens bevilling sikrede omfattende forundersøgelser, som har været en forudsætning for projektet realisering.
- Den langvarige myndighedsgodkendelse har givet stor usikkerhed om, hvorvidt projektet overhovedet kunne realiseres.
- Den politiske proces omkring elreformen og den nye elforsyningslov har skabt stor usikkerhed.
- Det manglende regelsæt omkring finansiering af nettilslutningen har skabt stor usikkerhed.
- *Laugets* manglende kapitalgrundlag gjorde forberedelsen af projektet vanskelig.

12 Finansiering

Dette afsnit omhandler finansiering og sikkerhedsstillelse herunder problemer afledt af I/S formen.

12.1 Finansiering

Da Middelgrundens Vindmøllelaug er oprettet som et I/S og det er vedtægtsbestemt, at *lauget* ikke må optage lån, handlede finansieringsopgaven om at skaffe fremtidige andelshavere lånemuligheder.

Green Globe Int. undersøgte i april 1999 finansieringsmulighederne blandt potentielle danske långivere. Undersøgelsen findes som bilag 8.

Undersøgelsen konkluderede, at det var vanskeligt at indhente konkrete lånetilbud på vegne af projektets kommende andelshavere. Flere var positivt indstillet eksempelvis Unibank, men når det kom til stykket, faldt de fra igen.

Det var tydeligt at de store banker og traditionelle finansieringsinstitutter ikke havde kendskab til laugsmodellen og derfor ikke ønskede at deltage i långivningen.

Usikkerheden omkring den fremtidige elafregning har medvirket til den lave interesse. En række mindre banker har dog specialiseret sig i finansiering af laugsmøller, og der blev i foråret 1999 skabt lånemuligheder gennem Ringkjøbing Bank. Senere har også Fælleskassen tilbudt andelshaverne lånemuligheder. Tilbuddene fremgår af bilag 9. Som nævnt er ca. 8% af projektet lånefinansieret.

Et specielt problem har bestået i, at ikke alle rådgivere kunne finansieres af Energistyrelsens bevilling. For at undgå at stifte gæld, har en række personer og virksomheder derfor været involveret efter princippet: "no cure / no pay". Dette gælder specielt revisionsfirmaet Deloitte & Touche, som det var nødvendigt at involvere tidligt, for at kunne tilrettelægge administration og kvalitetssikre tegningsmaterialet.

12.2 Sikkerhedsstillelse

Etablering af vindmøllelaug for offshore parker er anderledes end for landbaserede vindmøller. Den største forskel skyldes de større omkostninger, der skal afholdes, før man overhovedet ved om projektet kan gennemføres.

Laugsmodellen hvor man forudbetaler det meste af sin andel, er mindre egnet til sådanne projekter, medmindre der:

- enten modtages støtte, der ikke skal betales tilbage i tilfælde af, at projektet opgives,
- eller der findes finansiering gennem en sponsor, typisk en vindmølleleverandør, der så samtidigt har sikret sin ordre i tilfælde af, at projektet bliver til noget.

Hvis man ønsker at arbejde sammen med et elselskab, vil sidstnævnte model ikke være anvendelig, da man så skal ud i licitation.

Når kontrakten med leverandørerne skal skrives, er det vigtigt at være klar over, at hovedparten af andelskapitalen skal være indbetalt. I modsat fald er det ikke muligt at stille den fornødne garanti over for leverandørerne.

I dette projekt var kun en lille del af andelskapitalen indbetalt ved kontraktunderskrivelsen i december 1999. Problemet blev løst ved, at KE erklærede sig villig til at overtage det antal møller, som *lauget* eventuelt ikke formåede at sælge andele i.

Laugets sikkerhedsstillelse i anlægsfasen blev løst efter individuelle forhandlinger med de enkelte leverandører og entreprenører.

13 EU-ansøgning, 5. rammeprogram

I foråret 1999 fremsendtes en ansøgning til EU's 5 rammeprogram om delfinansiering af projektet, idet der blev ansøgt om 35% støtte som et demonstrationsprojekt. Der var naturligvis ingen, der ventede, at det var muligt, at få så stor en procentuel støtte. Virksomheden Green Globe International havde udarbejdet ansøgningen sammen med EMU.

Ansøgningen fokuserede på gennemførelse af en række undersøgelser, der ville kunne give ny viden, der var nyttig i forbindelse med den kommende udbygning af de store havvindmølleparker. Der var i forslaget tilsagn om medfinansiering og deltagelse fra følgende virksomheder:

- Risø, DK, vindvurdering
- Acoustica, DK, lydudbredelse
- Karin Hammerlund, SE, offentlighedens opfattelse
- Ecofys, NL, vurdering af kraftpåvirkning fra vind
- Gerrat Hassan, UK, kraftpåvirkning fra is og bølger

EU fandt imidlertid ikke ansøgningen så god, at den kom mellem de forslag, der opnåede støtte. En af årsagerne hertil vurderes at være, at det ikke var muligt at formulere et præcist forsøgsprogram, da det ville afhænge af den valgte mølleleverandør og fundamentskoncept. Da dette i henhold til EU reglerne for offentlig udbud ikke var kendt endnu, kom projektforslaget så vidt det kan skønnes i klemme mellem to sæt EU regler.

Det blev undervejs overvejet at ansøge med to separate forslag baseret på to konkrete mølleleverandører. En advokat frarådede imidlertid denne løsning, da den nemt kunne komme til at udelukke de pågældende mølleleverandører i den afsluttende udbudsrunde, fordi bygherrerne havde haft separate forhandlinger med dem.

Efterfølgende kan det kun beklages, at det ikke lykkedes at få støtte, da projektet kunne have givet informationer af stor værdi for den kommende udbygning med offshore vindmøller inden for EU.

14 Information

For at holde offentligheden og interesserede andelshavere informeret om projektets udvikling er der lavet informationsmaterialer, artikler, pressemeddelelser samt givet interviews til radio og TV. Hovedparten af dette arbejde er lavet som en del af forundersøgelsen, mens Middelgrundens Vindmøllelaug med egne indsamlede midler har annonceret, produceret plancher og deltaget i markedsdage m.v.

Siden starten i 1997 er der udsendt informationsmateriale til mere end 27.000 personer, som er registreret i *laugets* database. Derudover er der trykt mere end 20.000 informationspjecer, som er distribueret ad andre kanaler (biblioteker, Kommuneinformation, lokal husstandsomdelinger m.v.).

En stor del af formidlingen er sket gennem *laugets* hjemmeside www.middelgrunden.dk, som har haft 49.000 besøgende (august 2000). Ligeledes er der udsendt ca. 30.000 e-mail nyhedsbreve. Det seneste e-mail nyhedsbrev blev udsendt til 6000 personer, hvoraf ca. halvdelen var medlem af *lauget*. Forundersøgelserne har dermed givet mulighed for en bred og massiv information af interesserede og offentligheden.

Der har været bragt mere end 100 artikler og radio/TV udsendelser om projektet. Et udvalg af presseklip finde i bilag 10. Tegningsmaterialet og det seneste oplag af *laugets* brochure er vedlagt som bilag 11.

Arbejdsgruppens medlemmer har endvidere bidraget med indlæg på internationale konferencer: /30/, /44/ og /47/.

15 Konklusion og anbefalinger

Initiativet til Middelgrundens Havmøllepark bygger på erfaringer med etableringen af tidligere vindmøllelaug i hovedstadsområdet. Mange elementer har været mere komplicerede end de landbaserede laugsprojekter. Der er tale om offshore teknologi, som er sværere tilgængelig end den hidtidigt anvendte teknologi, og skalaen er meget større.

Det store antal andelshavere har givet nye administrative udfordringer. Godkendelsesprocessen har været uigennemskuelig og ukendt fra starten. Det har m.a.o. været vanskeligt at planlægge et forløb endside forestille sig, hvilke konflikter og problemer man ville støde på. Elreformprocessen har skabt usikkerhed om, hvilke deltagere der overhovedet er med i spillet. Der er stadig usikkerhed om regelsættet.

Når dette er konstateret, er det dog også vigtigt at slå fast, at det alligevel har været muligt at bygge videre på eksisterende erfaringer. Den eksisterende vidensbase om laugsmodellen har således været en vigtig del af fødselshjælpen.

Efterfølgende er beskrevet erfaringerne på mere specifikke områder.

Samarbejde med elsektoren

Samarbejdet med KE og SEAS har været en vigtig forudsætning for projektets succes.

Samarbejdet med elsektoren har for *lauget* den fordel, at det styrker troen på, at projektet vil blive gennemført.

I den indledende fase, før projektet blev godkendt, var det dog vanskeligt at frigøre ressourcer hos elværkerne. Her var forundersøgelserne vigtige for at fastholde fremdriften i projektet.

I den efterfølgende fase, hvor projektet er godkendt, er der imidlertid mange muligheder for at udnytte elsektorens erfaring inden for områderne udbud og forhandling med lev erandører.

Det er en ulempe at arbejde sammen med kraftværkerne, hvis man har til hensigt at trække på mølleleverandørerne som sponsorer. Hvorvidt denne ulempe opvejes af, at kraftværkerne kan tænkes af forhandle bedre priser hjem end *lauget* kan, vil nok være forskelligt fra sag til sag. For Middelgrunden vurderes, at udbudsfasen resulterede i væsentligt billigere møller, end der ellers havde været mulighed for.

Elreformprocessen har skabt usikkerhed om fremtiden og i perioder optaget ressourcer i projektet. Det være sig basale ændringer som medarbejdere, der ofte skal flytte kontor, til at Københavns Energi har skiftet navn undervejs, og nye selskaber har været under etablering.

Manglende regelsæt

Manglende regelsæt har været en stor hæmsko i processen. Specielt den nye elforsyninglov og processen herom har skabt stor usikkerhed. Fra starten var der uklarhed om finansieringen af nettilslutningen.

Den nye elforsyningslov er ikke endelig trådt i kraft, og Energistyrelsen afventer EU's ratificering af loven. Elforsyningsloven vil, når den træder fuldt i kraft, skabe grundlag for bl.a. elafregningen af havvindmøller.

Organisation af *lauget*

Den folkelige deltagelse og dialogen under godkendelsesprocessen var en uomgængelig forudsætning for projektets succes. Forhåndstegning af andele har været god til dokumentation af opbakningen bag projektet. Den har også været nødvendig for at have en tilstrækkelig økonomi i *lauget*. Specielt i den tidlige etableringsfase var det vigtigt at have penge i *lauget*. Da forhåndstegningen foregik over flere år, gav det dog også et forholdsmæssigt stort frafald, da andelene skulle realiseres. De nærmere årsager hertil er ikke undersøgt, men det skyldes formodentligt, at forudsætningerne i mellemtiden har ændret sig for den enkelte interessent.

I/S formen har holdt mange interesserede ude af projektet på grund af den solidariske hæftelse.

I anlægsfasen har *laugets* manglende kapital været en hæmsko. Disse vanskeligheder er løst gennem samarbejde med Københavns Energi og leverandørerne.

Administration af *lauget* har ikke været optimal fra starten, da der ikke var ressourcer i etableringsfasen. Eksempelvis fandtes der ikke et database- og økonomiprogram til styring af et møllelaug med 40.500 andele og 8.000 medlemmer. For at spare på administrationen er andelshaverne bedt om at beholde deres indbetalings kvittering løbende. Dette var optimalt i perioden med forhåndstegning, men når folk har indbetalt det fulde andelsbeløb, bør der løbende udsendes kvitteringer. Sekretariatet har dog løst opgaven med et totalt forbrug på ca. 150,- kr./andel, hvilket er meget rimeligt i forhold til projektets kompleksitet. Sekretariatsfunktionen er under forundersøgelserne forestået af Københavns Miljø- og Energikontor. *Lauget* har efterfølgende lavet en administrationsaftale med Københavns Miljø- og Energikontor.

Myndigheder

Energistyrelsen har stået for koordinering af myndighedsbehandlingen. Manglende erfaringsgrundlag har gjort myndighedsbehandlingen langvarig, og afklaring af myndighedskompetancerne er en opgave også fremover.

Dialog og information

En tidlig dialog med alle interessenter og myndigheder har stor og uvurderlig betydning for projektets mulighed for at blive godkendt. Ved at gå tidligt ud i fuld åbenhed bliver mange misforståelser ryddet af vejen. En åben dialog giver endvidere mulighed for, at ændre projektet i henhold til de fremkomne kommentarer blandt befolkningen.

Forundersøgelserne har sikret en god og bred information af offentligheden og potentielle andelshavere. Dette har haft stor betydning for accepten af Middelgrundsprojektet og den efterfølgende godkendelse.

Der er vores vurdering, at den åbne dialog også har betydning for den almene accept af vindkraften som energikilde – en af de forudsætninger, der lå til grund for projektets start.

Den politiske proces

Det er vigtigt på et meget tidligt tidspunkt at have dialog med så mange politikere som muligt, når det er tale om et så stort projekt med så markant visuel påvirkning af bybilledet. Det drejer sig både om politisk kontakt til lokalområdet, dvs. Borgerrepræsentationen og til Folketinget.

Det vurderes som meget usikkert, om projektet nogen sinde var blevet realiseret, hvis der ikke til stadighed var informeret meget direkte til det politiske bagland.

Finansiering af forundersøgelser

Laugsbaserede projekter af dette omfang og karakter gør, at der skal skaffes forhåndsfinansiering af en række undersøgelser. Energistyrelsens bevilling til forundersøgelserne, har været en forudsætning for projektets realisering. Uden disse midler havde det næppe været muligt at trække processen i gang.

Leverandører

Det har kun i mindre grad i rapporten været nævnt, at der er modtaget værdifuld hjælp af teknisk karakter gennem hele forprojektet fra mølleleverandører og andre leverandører uden beregning.

I den efterfølgende fase, hvor der blev startet op på EU prækvalifikationen hindrede udbudsproceduren yderligere bidrag fra leverandørerne. I et tilfælde, hvor man ikke er bundet af licitationsformen, vil man formodentligt i langt højere grad kunne trække på leverandørerne langt hen i forberedelsesfasen.

Ulempen vil naturligvis være, at man let binder sig uden sikkerhed for, at prisen ikke bliver for høj for den opnåede hjælp.

Videnoverførsel

Der er i skrivende stund et par private laugsbaserede havmølleprojekter under forberedelse, som ikke er en del af kraftværkernes program. Gennem personsammenfald i forarbejdet med det nye projekt ved Samsø vil erfaringerne fra Middelgrundsprojektet overføres hertil.

16 Referencer

1. Balslev (1999): *Middelgrunden Vindmøllepark. Nettilslutning*, Balslev - Glostrup, 9 sider + 3 bilag. *Intern rapport*.
2. Barthelmie, R.J. (1999): *The Wind resource at Middelgrunden*. Risø National Laboratory - Roskilde, 46 sider.
3. Carl Bro (1997): *Vindmøllepark på Middelgrunden. Dispositionsforslag til vindmøllefundamenter*. Carl Bro - Glostrup, 17 sider.
4. Carl Bro (1998a): *Notat om skibskollision*, Carl Bro - Glostrup, 3 sider.
5. Carl Bro (1998b): *Notat om alternativ placering på Saltholm Flak*, Carl Bro - Glostrup, 5 sider.
6. Carl Bro (1998c): *Notat om anlægseffekter på fiskeriet*, Carl Bro - Glostrup, 12 sider.
7. Carl Bro (1998d): *Vindmøller på Middelgrunden - Fundamenter*. Carl Bro - Glostrup, 56 sider.
8. Carl Bro (1999a): *Notat om Miljøkonsekvenser: Blokering og Kompensationsafgravning*. Carl Bro - Glostrup, 2 sider.
9. Carl Bro (1999b): *Miljøkonsekvenser af kollisioner mellem skibe og vindmøller*. Carl Bro - Glostrup, 2 sider.
10. Carl Bro (1999c): *Vindmøllepark på Middelgrunden, Projektforslag*. Carl Bro - Glostrup, 56 sider. *Intern rapport*.
11. Carl Bro (1999d): *Middelgrunden. Afgravning til fundamenter. Sedimentspredning*. Carl Bro - Glostrup, 7 sider + bilag. *Intern rapport*.
12. Carl Bro (2000a): *Middelgrundens Havmøllepark, Fundamenter. Geoteknisk bærerevne, statisk last*, Carl Bro - Glostrup, 7 sider + bilag. *Intern rapport*.
13. Carl Bro (2000b): *Middelgrunden. Nedlægning af kabel. Sedimentspredning*. Carl Bro - Glostrup, 7 sider + bilag. *Intern rapport*.
14. Carl Bro (2000c): *Middelgrundens Havmøllepark, Fundamenter. Projektdokumentation. 1. Designgrundlag og 2. Geoteknik og geometri*. Carl Bro - Glostrup, 23 + 7 sider + bilag. *Intern rapport*.
15. Carl Bro (2000d): *Middelgrundens Vindmøllepark - Blokering*. Carl Bro - Glostrup, 2 sider samt 3 siders notat: *Middelgrundens Vindmøllelaug I/S*, af Flemming Bo Pedersen.
16. Danmarks Fiskeri og Havundersøgelser (1993): *Rapport til Elkraft A.m.b.a. over opfølgende fiskeri- og dykkerundersøgelser i 1993 ved vindmølleparken, Vindeby, Vestlolland*. Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, 11 sider.
17. Danmarks Fiskeriforening (1998): *Fiskeri og/eller vindmøller på Middelgrunden*. Danmarks Fiskeriforening, 1 side.
18. Dencker, Jens (1999): *Marinarkæologiske forundersøgelser efter submarine stenalderboplader på Middelgrunden i forbindelse med etablering af vindmøllepark*. Nationalmuseets Marinarkæologiske Undersøgelser, NMU J.NR. 1782, 11 sider.
19. Elsamprojekt et. al. (1995): *Vindmøllefundamenter i havet*. Elsamprojekt - Frederecia, 20 sider.
20. Energistyrelsen (1999): *Godkendelse af vindmøllepark på Middelgrunden*, København, 9 sider + 3 bilag.
21. Energistyrelsen (1995): *Vindmøller i danske farvande, - kortlægning af myndighedsinteresser, vurderinger og anbefalinger*. København, 46 sider.
22. Energistyrelsen (1998): *Wind Power in Denmark - Technology, Policies and Results*. Risø National Laboratory - Risø, 26 sider.
23. Energistyrelsen (1999): *Principgodkendelse af vindmøllepark på Middelgrunden*, København 21. maj 1999.

24. Foged, Niels (1999): *Middelgrunden. Vindmøllepark. Geotekniske undersøgelser.* DTU - Lyngby, 15 sider. *Intern rapport.*
25. Franck Geoteknik (1999): *Geotekniske undersøgelser. Datarapport nr. 1. Vindmøllepark Middelgrunden, Øresund.* Franck Geoteknik - Slangerup, 8 sider + bilag. *Intern rapport.*
26. Geoteknisk Institut (1997): *Vindmøller på Middelgrunden.* Geoteknisk Institut - Lyngby, 11 sider.
27. Geoteknisk Institut (1999): *Møllepark på Middelgrunden, Undersøgelsesrapport fase 1 og 2, Rapport nr. 2 (vol. 1+2).* Geoteknisk Institut - Lyngby, 17 sider. *Intern rapport.*
28. Gomard, B. (1998): *Notat om organisation af Middelgrundens Vindmøllelaug.* Handelshøjskolen- København, 4 sider.
29. Hedeselskabet (1999): *Biologisk undersøgelse ved den forventede vindmøllepark på Middelgrunden ved København, efteråret 1999.* Hedeselskabet - Roskilde, 29 sider.
30. Jessien, S. & Larsen, J.H. (1999): *Offshore wind farm at the bank Middelgrunden near Copenhagen Harbour.* Paper submitted to the EWEC held in march 1999 in Nice, 4 sider.
31. Larsen J. H. & Sørensen, H. C. (1997): *Vindmøllepark på Middelgrunden. Forundersøgelser fase 1a,* KMEK & EMU - København, 77 sider.
32. Københavns Miljøkontrol (1997): *Middelgrunden en statusbeskrivelse.* Miljøkontrollen i Københavns Kommune - København, 14 sider
33. Sempreviva, A.M. & Lange B. (1999): *Evaluation of power production from an offshore windfarm at Middelgrunden,* Risø-I-1432, 15 sider.
34. LIC Engineering (1999): *Vindmøller på Middelgrunden. Påvirkning af vandstrømningsforhold. Revideret type af vindmøllefundament.* LIC Engineering - København, 14 sider.
35. Miljøkontrollen (1998): *Referat af møde vedr. vindmøller på Middelgrunden.* Miljøkontrollen - København, 1 side.
36. Møller & Grønberg samt Rambøll (1997): *Vindmøllepark på Middelgrunden - Æstetisk vurdering og visualisering.* Møller & Grønberg - Aarhus, 20 sider.
37. Møller & Grønberg (1998): *Vindmøllepark på Middelgrunden II - Æstetisk vurdering og visualisering.* Møller & Grønberg - Aarhus, 20 sider.
38. Niras (1998): *Vindmøllepark på Middelgrunden - Fundamenter.* Niras - Allerød, 37 sider.
39. Rambøll & Energistyrelsen (1998): *Retningslinier for udarbejdelse af miljøredegørelser for havmølleparker.* Rambøll, 6 sider.
40. Rambøll (1999): *Vurdering af miljøkonsekvenser ved udgravning til fundamenter for vindmøller på Middelgrunden.* Rambøll, 6 sider.
41. SEAS (1999): *Projektbeskrivelse, Havmøllepark på Middelgrunden,* Haslev, 55 sider. *Intern rapport.*
42. Skov- og Naturstyrelsen (1998): *Forekomst af vrag på Middelgrunden.* Skov- og Naturstyrelsen - København, 3 sider.
43. Sørensen et. al. (1999): *VVM redegørelse for vindmøllepark på Middelgrunden.* Københavns Energi og Middelgrundens Vindmøllelaug - København, 57 sider.
44. Sørensen et. al. (2000): *Middelgrunden 40 MW offshore wind farm, A prestudy for the Danish offshore 750 MW wind program.* Paper presented at the ISOPE 2000
45. conference in Seattle, May 2000, 8 sider.
46. Sørensen, H. C. & Naef, S. (1999): *Forurening af sediment på Middelgrunden,* EMU - København, 8 sider.
47. Vølund, P. & Hansen, J. (2000): *Middelgrunden 40 MW Offshore Wind Farm Near Copenhagen, Denmark Installed Year 2000,* Paper presented at the OWEMES2000 Siracusa, April 2000, 10 sider.

Bilag 1 Oversigt over begivenheder.

Dato/ år	Proces og begivenheder
1988	Kbh. Miljø- og Energikontor udarbejder Vindkraftplan for København, hvor mulighederne på Middelgrunden drøftes
1991	Vindeby havmøllepark idriftssættes af SEAS (12 x 450 kW)
1991	Århusbugtens vindmøllelaug ansøger om godkendelse af havmøllepark
1993	
januar	Avedøre Vindmøllepark idriftsættes sammen med NESA (12 x 300 kW)
maj	Middelgrunden foreslås som placering af Kbh. Miljø- og Energikontor
1995	Vindmøller i danske farvande kortlægges
1995	Tunø havmøllepark idriftsættes af Elsam (10 x 500 kW)
1996	
januar	Store vindmøller i industriområder. Rapport fra Energistyrelsen
august	Lynetten Vindkraft idriftsættes sammen med København Belysningsvæsen (7 x 600 kW)
september	Officiel start af myndighedsbehandlingen for Middelgrundens Vindmøller Ansøgning til Energistyrelsen om principgodkendelse Samtidig anmodes Københavns Belysningsvæsen om samarbejde
oktober	Offentliggørelse af projektforslag om vindmøller på Middelgrunden. Etablering af Arbejdsgruppen for vindmøller på Middelgrunden
november	Finanslovsaftale afsætter midler i 1997 til havmølleprogram for vindmøllelaug
december	Støtte fra den <i>Grønne Fond</i> til undersøgelse af mulighederne og rammer for etableringen af en folkeejet vindmøllepark på Middelgrunden
1997	
januar	Miljøkontrollen udgiver Middelgrunden en statusbeskrivelse
14. januar	Ansøgning til Energistyrelsen om støtte til forundersøgelser
februar	TV-udsendelsen "Pengemagasinet" om Middelgrunden og vindmøllelaug
marts	Første informationsbrochure finansieret af <i>den Grønne Fond</i>
1. april	Magistraten fremsætter bemærkninger til forslag fremsat af Socialdemokratiet i BR
10. april	Forslaget henvises af BR til teknisk udvalg
22. maj	Første bevilling fra Energistyrelsen, 1 mio. kr.
28. maj	Stiftende generalforsamling for Middelgrundens Vindmøllelaug I/S
4. juni	KE/ <i>lauget</i> ansøger Energistyrelsen om principgodkendelse til at opføre vindmølleparken
9. juni	Seminar om havmøllelaug i Folketinget
16. juni	Teknisk udvalg afgiver betænkning til BR
19. juni	Borgerrepræsentationen beslutter at KE kan samarbejde med Middelgrundens Vindmøllelaug (i en projektgruppe) samt at omkostninger skal fordeles pro rate
20. juni	Projektet sendes i stjernehøring af Energistyrelsen
august	Offentligt møde med præsentation af projektforslaget med 27 møller Æstetisk vurdering og visualisering
28. august	Tillægsbevilling på 125.000 fra Energistyrelsen til miljøundersøgelser
22. september	Høringsfrist for stjernehøring. Energistyrelsen modtager 37 høringssvar (24 positive og 8 kritiske)
oktober	Nyhedsbrev og revideret brochure
10. oktober	Ansøgning fase 2 og 3 fremsendes til Energistyrelsen

Bilag 1. Begivenheder

Dato/ år	Proces og begivenheder
23. oktober	Foretræde for Folketingets Energipolitisk Udvalg om regelsæt for havvindmøllelaug
30. oktober	Informationsmøde om forarbejderne
31. oktober	Første bevilling fra Energistyrelsen afsluttes med rapporten: <i>Vindmøllepark på Middelgrunden, Forundersøgelser, fase 1A</i>
19. december	2. bevilling til forundersøgelserne fra Energistyrelsen, 3 mio. kr. med krav om nyt projektforslag og visualisering m.v.
1998	
28. januar	Foretræde for Folketingets Energipolitisk Udvalg om regelsæt for havvindmøllelaug og lovforslag L68
20. marts	Brev fra Energistyrelsen om behov for yderligere visualiseringer, analyser og dokumentation
april	Projektforslag med 20 møller i en bue offentliggøres
1. juni	2. "stjernehøring"
12. juni	Svend Auken skriver, at der skal gennemføres en ny høring over det reducerede projekt
17. august	Offentligt informations- og høringsmøde på Københavns Rådhus.
4. september	Offentligt høring afsluttes
9. oktober	Brev fra Energistyrelsen, ang. tilsagn om principgodkendelse
26. oktober	Brev til Svend Auken ang. løsning på problem med regelsæt for el-afregningspris
1. december	Danmarks Naturfredningsforening meddeler Energistyrelsen at de nu støtter projektet
4. december	Indstilling vedr. vindmølleprojekt på Middelgrunden, fra Energistyrelsen til Miljø og Energiminister Svend Auken
4. december	Brev fra Energistyrelsen, sammenfatning af indkomne høringssvar
1999	
15. januar	Annonce om prækvalifikation mølleleverandører EU-Tidende
25. januar	<i>KE aftalen</i> godkendes af Miljø- og forsyningsudvalget i Københavns Kommune
3. marts	Folketingets indgår aftale om elreformen
17. marts	Notits fra Energistyrelsen, om de økonomiske vilkår for Middelgrundens Vindmøllelaug ifølge elreformaftalen af 3/3-1999.
21. maj	Energistyrelsen offentliggør principgodkendelsen af projektet
2. juni	Vedtages lov nr. 375 om elforsyning
3. juni	Første møde i høringsgruppen om VVM redegørelsen
6. juni	3. bevilling fra Energistyrelsen 1,05 mio. kr.
10. juni	Notifikation af de svenske myndigheder (MBK proces)
23. juni	VVM redegørelsen sendes til relevante høringsparter
24. juni	Ansøgning til Energistyrelsen om tilladelse til opstilling af vindmøller på Middelgrunden bilagt VVM redegørelsen
8. juli	Revideret vandgennemstrømningsanalyse
9. juli	Svar fra de svenske myndigheder (MBK proces)
12. juli	VVM redegørelsen sendes i høring over 8 uger i Danmark og Sverige
23. august	Marinarkæologiske undersøgelser, Nationalmuseet
20. september	Høringsfrist for VVM redegørelsen
ult. september	Undersøgelse af flora (og fauna)
21. oktober	Brev fra Forsvarskommandoen om forbehold vedrørende radardækning
november	Sedimentspredningsanalyse for gravning i havbund

Bilag 1. Begivenheder

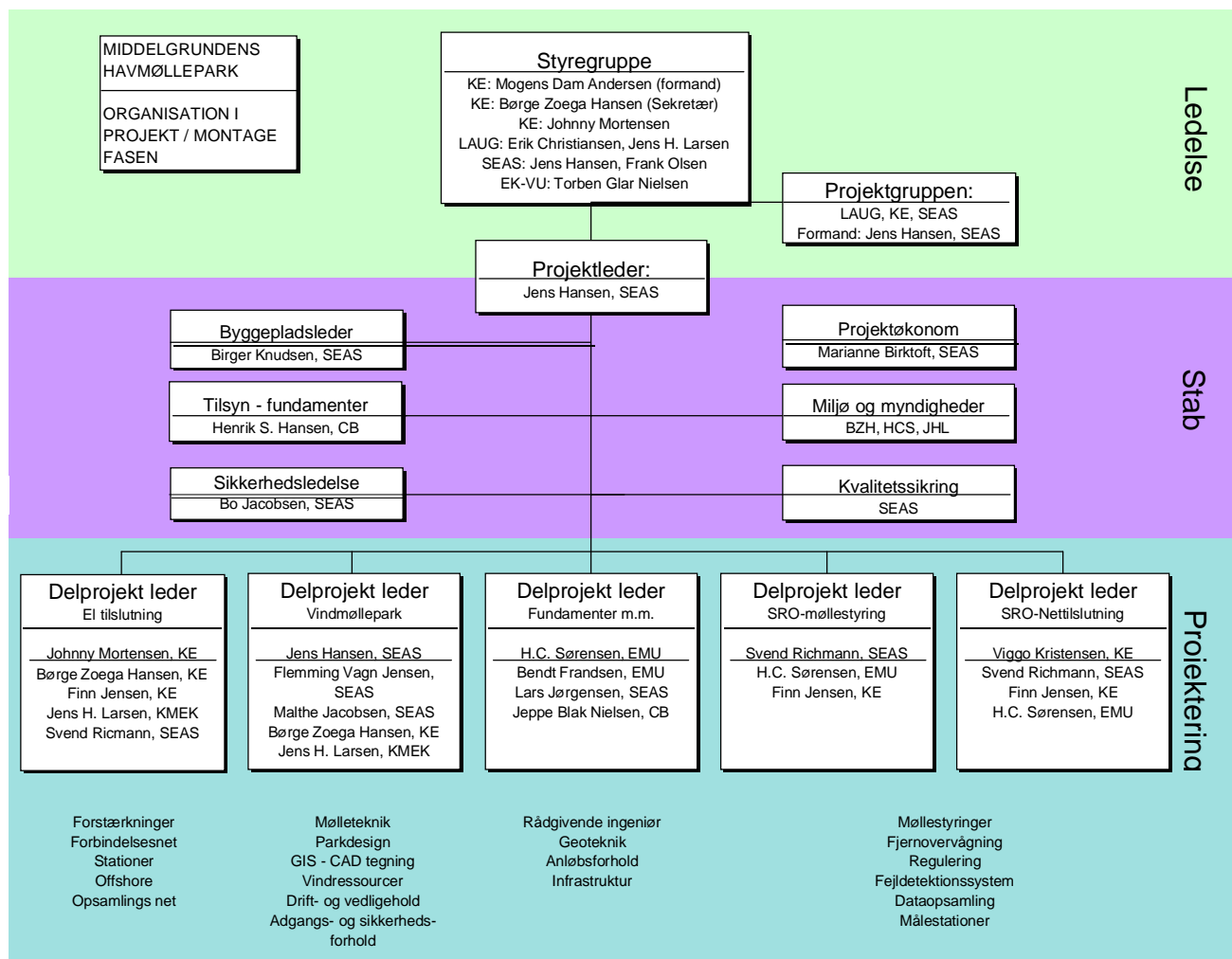
Dato/ år	Proces og begivenheder
november	Salg af andele i Middelgrundens Vindmøllelaug påbegyndes
1. december	Ekstraordinært I/S møde, hvor projektet godkendes, og det besluttes at sættes på at sælge alle 10 møller
3. december	Brev fra Forsvarskommandoen om bortfald af forbehold om radardækning
13. december	Energistyrelsens godkendelse af vindmølleparken på Middelgrunden
21. december	Kontrakter på havmølleparken underskrives
2000	
marts	Byggepladsen på B&W starter
30. marts	Interessentskabsmøde i Middelgrundens Vindmøllelaug
6. maj	Åbent hus på byggepladsen med 1600 besøgende
23. maj	Energistyrelsen bekræfter at Middelgrundens Vindmøllelaug forventes at blive afregnet efter reglerne for eksisterende vindmøller jf. elreformsaftalen
10. juni	Statens Luftfartsvæsen kræver ny afmærkning af mølleparken
17. juni	Første uddybningsarbejder på Middelgrunden påbegyndes
4. august	Opsætning af første 4 tårnsektioner
1. december	Møller forventes at går i produktion

Bilag 2. Oversigt over bevillinger fra Energistyrelsen

Fase:	1 (A)	2	3
Ansøgning	14/1-97	10/10-97	4/5-99
Bevilling	22/5-97	19/12-97	9/7-99
Tidsrum:	22/5-97 – 30/11-97	19/12-97 – 1/4-99	9/7-99 – 30/6-00
Beløb ex. moms	4.280.000 kr.	3.659.000 kr.	2.000.000 kr.
Ansøgt:	1.000.000 kr.	3.000.000 kr.	1.050.000 kr.
Bevilget:	125.000 kr.		
Bevilget			
Formål og indhold:	Bundforhold, forurening, fundamentstyper, vindvurdering, visualisering, økonomi *	Visualisering vragforekomst, konsekvenser for fiskeri, økonomi, fundamenter, laugsform	VVM redegørelse flora & fauna, arkæologi, miljøforhold, laugsopbygning, selskabsform
Forudsætninger:	Lav honorarsats fra rådgivere, bidrag fra producenter til vurdering af vindforhold	Egenfinansiering på 650.000 fra kraftværkerne	Egenfinansiering på 300.000 fra kraftværker, udlæg fra KMEK og EMU på mere end ½ mio. over 1 år

* Undersøgelse af forhold, der kunne være prohibitive for en realisering,

Bilag 3 Projektgruppe



Bilag 4. Energistyrelsens godkendelse.

Bilag 5. Afmærkning af møller

Bilag 6. Notat af professor Bernhard Gomard.

Bilag 7. KE-aftalen

Bilag 8. Undersøgelse af finansiering, Green Globe Int.

Bilag 9. Tilbud om finansiering fra banker.

Bilag 10. Presseklip.

Bilag 11. Brochurer fra *lauget*.