

# Screening af vindmøller i København

## for Københavns Kommune

Juli 2009



Udgivelsesdato : 17. Juli 2009  
Version : 2  
Projekt : 23.5002.01

Udarbejdet : Jens Larsen og Rajinder Singh Sagoo  
Kontrolleret : Susan Jessien og Jan Svenson  
Godkendt : Per Vølund

| <b>INDHOLDSFORTEGNELSE</b> |  | <b>SIDE</b> |
|----------------------------|--|-------------|
| <b>1</b>                   | <b>SAMMENFATNING AF ANBEFALINGER</b>         | <b>3</b>    |
| <b>2</b>                   | <b>OPGAVEN</b>                               | <b>7</b>    |
| <b>3</b>                   | <b>UNDERSØGTE PLACERINGER</b>                | <b>9</b>    |
| <b>4</b>                   | <b>VINDRESSOURCER I KØBENHAVN</b>            | <b>11</b>   |
| <b>5</b>                   | <b>VINDMØLLE TYPER</b>                       | <b>13</b>   |
| <b>6</b>                   | <b>NETTILSLUTNING</b>                        | <b>18</b>   |
| <b>7</b>                   | <b>SCREENING OG FORSLAG TIL MØLLEPARKER</b>  | <b>18</b>   |
| 7.1                        | Nordhavnen                                   | 20          |
| 7.2                        | Prøvestenen                                  | 23          |
| 7.3                        | Lynetten                                     | 27          |
| 7.4                        | Refshaleøen                                  | 29          |
| 7.5                        | Kalvebod Nord og Kalvebod Syd                | 30          |
| 7.6                        | Damhusåen                                    | 35          |
| 7.7                        | Nordhavnen Offshore                          | 36          |
| 7.8                        | Middelgrunden Offshore Nord                  | 37          |
| 7.9                        | Saltholm Flak Offshore                       | 38          |
| <b>8</b>                   | <b>ØKONOMIBEREGNINGER</b>                    | <b>40</b>   |
| 8.1                        | Produktionsberegninger                       | 40          |
| 8.2                        | Anlægs økonomiske forudsætninger             | 40          |
| 8.3                        | Driftsøkonomiske forudsætninger              | 44          |
| 8.4                        | Resultat af økonomiberegninger               | 44          |
| 8.5                        | Vurdering af forudsætninger og beregningerne | 45          |
| <b>9</b>                   | <b>VE-LOVEN</b>                              | <b>46</b>   |
| <b>10</b>                  | <b>ANBEFALINGER TIL PROJEKTUDVIKLINGEN</b>   | <b>47</b>   |
| <b>11</b>                  | <b>REFERENCER</b>                            | <b>50</b>   |

**Bilagsrapport**

Se selvstændig rapport

**Visualiseringer**

Se selvstændigt bilag

## 1 SAMMENFATNING AF ANBEFALINGER

De anbefalede placeringer og størrelsen på parkerne og vindmøllerne fremgår af tabel 1.1 og kort 1.

| Navn                   | Mølle effekt kW | Antal møller | Park effekt MW | Navhøjde meter | Rotordiameter meter | Max. højde til tip |
|------------------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|
| Nordhavnen             | 3,6             | 4            | 14,4           | 89             | 120                 | 149                |
| Prøvestenen            | 3,6             | 2            | 7,2            | 89             | 120                 | 149                |
| Lynetten               | 3,6             | 4            | 14,4           | 89             | 120                 | 149                |
| Kalvebod Syd           | 3,6             | 4            | 14,4           | 89             | 120                 | 149                |
| Saltholm Flak offshore | 3,6             | 32           | 115            | 90             | 130                 | 160                |

Tabel 1.1 De anbefalede mølleplaceringer og størrelsen på de anbefalede vindmøller.

Der skal peges på et par vigtige forudsætninger og vurderinger, som ligger til grund for de anbefalede placeringer.

### 1. Kalvebodskilefredningen og Natura 2000

Placeringen på Kalvebod Syd kræver dispensation fra Kalvebodskilefredningen. Da opstillingen af vindmøller ikke menes at stride mod formålet med fredningen vurderes det, at en dispensation er mulig. Dette er under forudsætning af den nuværende anvendelse, idet situationen senere vil ændre sig når området overgår til rekreativt område og med forventede støjfølsomme aktiviteter med kolonihaver m.v. Vindmøllerne placeres desuden med visuel tilknytning til motorvejen. I en senere VVM-undersøgelse skal der redegøres for, at møllerne ikke har nogen effekt ind i Natura 2000 område i og omkring Vestamager. Dette vurderes realistisk på nuværende tidspunkt.

### 2. Højdebegrænsende plan på Prøvestenen og Kalvebod Syd

De foreslåede vindmøller på Prøvestenen og Kalvebod Syd kræver 5-25 meters dispensation fra lufthavnens højdebegrænsende plan. En dispensation vurderes realistisk, idet placeringerne ligger helt ude i kanten af det højdebegrænsende plan og langt væk fra indflyningslinjerne. Hvis den dispensation ikke kan gives må der vælges mindre vindmøller eller opstilles færre vindmøller.

### 3. Støjbekendtgørelsen overholdes

Støjbekendtgørelsens regler er overholdt på alle placeringer forudsat, at der vælges vindmøller med kildestøj på max.107 dB(A), og at nærarealerne ikke defineres, som områder med støjfølsom arealanvendelse. De aktuelle rekreative nærarealer og lystbådehavne er på det foreliggende grundlag ikke vurderet som støjfølsomme.

### 4. Visualisering af Nordhavnen

Visualisering af projektet i Nordhavnen viser et uheldigt samspil med vindmøllerne på Middelgrunden. Måske kan vindmøllerne samtænkes med de øvrige elementer i projektet, og derved opnå en bedre visuel løsning. Vindmøllernes placering m.v. skal desuden afstemmes med den endelige geografi og med den samlede tidsplan for Nordhavnsområdet.

## 5. Saltholm Flak

Saltholm Flak er medtaget som eksempel på, at det er muligt at forsyne København med en større andel af vindkraft fra nærområdet. Andre placeringer til havs kan overvejes, men er ikke omfattet af nærværende undersøgelse. De foreløbige undersøgelser har ikke rejst problemstillinger som udelukker Saltholm Flak som mulig placering. Projektet forudsætter dog bedre afregningsregler end de på land gældende for, at opnå en rimelig rentabilitet. Kommunen kan få området nærmere analyseret og derefter drøfte placeringsmulighederne med Energistyrelsen.

| Navn                   | Park effekt MW | Anlægsinvestering Mio. kr. | Parkproduktion MWh | Investering kr/kWh | Nord Pool Intern Rente % | Følsomhed Nord Pool – 20 % Intern Rente % |
|------------------------|----------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Nordhavnen             | 14,4           | 148                        | 34.800             | 4,25               | 10,3                     | 7,0                                       |
| Prøvestenen            | 7,2            | 81                         | 16.700             | 4,86               | 8,0                      | 5,1                                       |
| Lynetten               | 14,4           | 148                        | 30.300             | 4,88               | 8,5                      | 5,5                                       |
| Kalvebod Syd           | 14,4           | 148                        | 33.800             | 4,37               | 9,9                      | 6,7                                       |
| Saltholm Flak offshore | 115            | 2.231                      | 356.000            | 6,27               | 2,9                      | -0,4                                      |

*Tabel 1.2 Økonomien på de anbefalede mølleplaceringer. Anlægsinvestering, parkproduktion, investering pr. årlig produceret kWh og intern rente er beregnet for en vindmølle med rotordiameter på 107 meter. Intern rente ved lavere el-markedspriser, svarende til Nord Pool minus 20% er også angivet. Se mere om forudsætningerne i kapitel 8.*

Økonomien på de anbefalede placeringer er beregnet i tabel 1.2. Den interne rente ligger på mellem 8-10% for landplaceringerne. Følsomhedsberegningerne viser, at hvis elpriserne falder med 20% falder den interne rente til mellem 5-7%.

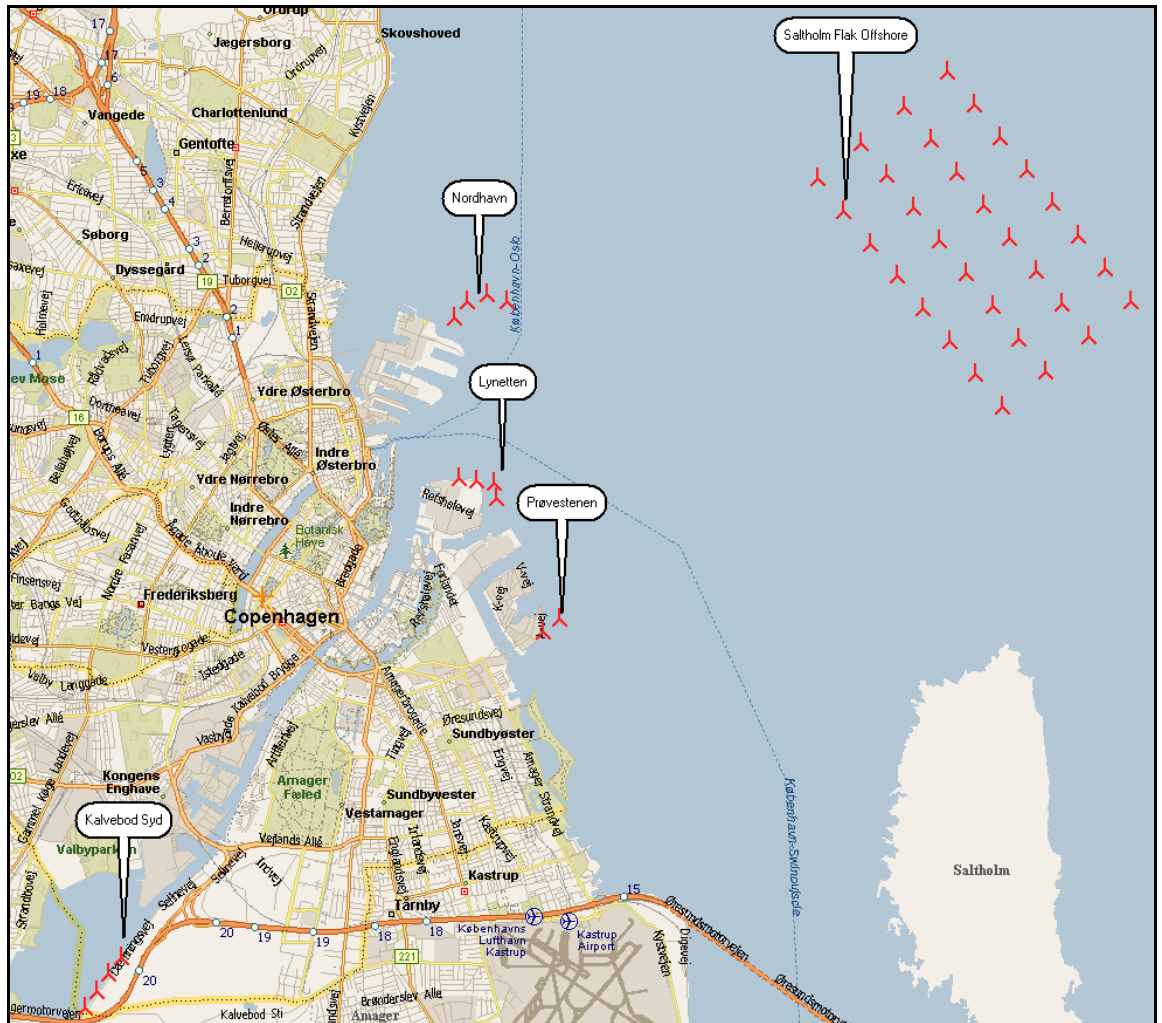
Afkastkravet i vindmølleprojekter hos Energiselskaber vurderes for få år siden at ligge i intervallet 8-12%. I dag efter en finansielle krise vurderes afkastkravet hos energiselskaber og udviklere at være steget til mellem 10-15%.

Økonomien i landprojekterne vurderes rentabel, men desværre ikke i den bedste ende. Og økonomien vil være følsom for fremtidens elpriser. Det vil formentlig være svært at få energiselskaber eller udviklere til at bygge disse projekter. Det skyldes, at deres investeringer i alternative projekter, der f.eks. ligger på bedre vindplaceringer i Jylland, vil have en bedre rentabilitet.

Placeringen på Saltholm Flak kan ikke gøres rentabel med de eksisterende landafregningsregler.

Anlægsinvestering, parkproduktion og projekternes intern rente er beregnet med udgangspunkt i en 3,6 MW vindmølle med rotordiameter på 107 meter. Det skal bemærkes, at der er mulighed for placering af større vindmøller med rotordiameter på 120 meter på alle placeringerne. Dette kan forbedre energiproduktionen med op til ca. 26% og økonomien kan potentielt også blive forbedret i forhold til det beregnede. Det endelige valg af mølletype vil bero på en kommerciel sammenligning af forskellige fabrikater og det endelige optimale valg forventes at pege på vindmøller med en rotordiameter på mellem 93 – 120 meter.

Det anbefales, at kommunen igangsætter en "intelligent projektudvikling". "Intelligent projektudvikling" kan være med til at forbedre projekternes økonomi og vurderes som en vigtig forudsætning for projekternes realisering. Eksempelvis kan der spares penge ved, at vindmølleprojekterne integreres naturligt i de enkelte områders udvikling. Andre forhold er fjerne barrierer i den tidligere udviklingsfase, myndighedskrav til projekterne, planlægning af fundering, adgangsforhold i anlægsfasen, aftaler om jordleje og senere i driftsfasen mv. Alle forhold, som vil få betydning for projekternes endelige økonomi.



Kort 1.1 Kortet viser de anbefalede mølleplaceringer.

### Økonomisk rangering

Økonomisk kan landplaceringerne opstilles i rækkefølgen:

1. Nordhavnen - Nordligt dige
2. Kalvebod Syd
3. Lynetten
4. Prøvestenen

Økonomisk er landplaceringerne meget ligeværdige, idet placeringen på Prøvestenen dog giver et lidt dårligt resultat i forhold til de andre landplaceringer. Dette skyldes til dels, at der kun kan opstilles 2 vindmøller på Prøvestenen. Mulighed for opsætningen af en 3. vindmølle vil kunne forbedre den økonomiske vurdering for placeringen. Muligheden for en 5. vindmølle på Lynetten vil tilsvarende kunne forbedre økonomien på dette område.

En havvindmøllepark på Saltholm Flak er medtaget i beregningerne og viser en dårligere intern rente end landplaceringerne. De samme afregningsregler er forudsat på Saltholm Flak og landplaceringerne. En bedre rentabilitet kunne opnås på Saltholm Flak, hvis en bedre el-afregning kunne opnås. Dette forudsætter, at Energistyrelsen udbød projektet som godkendt havvindmøllepark. Det kræver yderligere vurderinger, hvis Saltholm Flak skulle sammenlignes med landplaceringerne på et mere ligeværdigt økonomisk grundlag. Denne opgave ligger udenfor denne screeningsopgave, hvorfor Saltholm Flak ikke er taget med i rangeringen.

### Miljøforhold

Miljømæssigt er det mere vanskeligt at lave en entydig rangering af områderne. Vores forslag til rangering er følgende:

1. Lynetten
2. Prøvestenen
3. Nordhavnen - Nordligt dige
4. Kalvebod Syd
5. Saltholm Flak offshore

Miljømæssigt vurderes Lynetten og Prøvestenen at ligge bedst, idet møllerne naturligt kan indpasses i det tekniske landskab.

Dernæst følger Nordhavnen med de nævnte visuelle udfordringer.

Og endelig følger Kalvebod Syd, hvor vindmøller kan indpasses i landskabet, men hvor der kræves en dispensation fra Kalvebodskilefredningen og desuden dokumentation for, at vindmøllerne ikke vil få nogen effekt ind i det nærliggende Natura 2000 området.

Bemærk, at en anden afvejning mellem vindforhold, visuel indflydelse og placeringen i det fredede område i Kalvebod Syd vil ændre rækkefølgen, idet både Nordhavnen og Kalvebod Syd har de bedste vindressourcer.

Saltholm Flak offshore er et langt større projekt og svært at sammenligne med de andre landplacerede vindmølleparker. Screeningen har ikke vist nogen begrænsninger på området generelt, udover det visuelle, fremtidige anvendelsesmuligheder, besejlingen i området, fiskeriinteresser og nærhed til fuglebeskyttelsesområdet på Saltholm. Der er også nogle klare miljøfordele ved de bedre vindforhold og den store elproduktion. De miljømæssige problemstillinger ved en placering på Saltholm Flak er ikke væsentligt forskellige fra placeringen på Middelgrunden. Gennemføres en egentlig VVM-redegørelse, er vores foreløbige vurdering, at det vil skabe grundlag for en miljømæssig godkendelse af projektet.

### Opsamlende anbefaling

Vindressourcerne tæt på storbyen ligger under landsgennemsnittet i Danmark. Udviklingen af vindkraft teknologien (høje tårn og store rotordiameter) gør det dog realistisk at udnytte de anbefalede placeringer, afhængig af kravet til projekternes interne rente. Den interne rente er beregnet til mellem 8 – 10 % på de anbefalede projekter. Produktionen på de anbefalede projekter ligger på mellem 2300-2400 fuldlasttimer pr. år. Gennemsnitlig produktion på alle eksisterende danske vindmøller i 2008 var 2200 fuldlasttimer. Produktionsmæssigt vil de anbefalede projekter m.a.o. ligge på niveau med landsgennemsnittet på eksisterende vindmøller i Danmark.

Den potentielle nye produktion fra de 4 landplaceringer er opgjort til 116.000 MWh pr. år svarende til ca. 4 % af Københavns samlede elforbrug. Medtages produktionen fra Saltholms Flak er potentialet 470.000 MWh, svarende til ca. 16 % af Københavns samlede elforbrug.

Det anbefales, at kommunen forsøger at skabe gode planlægningsrammer for størst mulige vindmøller i det videre arbejde med landområderne. Alle landplaceringerne anbefales taget med i den videre planlægningsproces. Det øger muligheden for, at et eller flere af områder bliver godkendt til opstilling af vindmøller i fremtiden. Rammerne kan anbefales at skabe mulighed for vindmøller med en navnhøjde på 89 meter og en rotordiameter på 120 meter forudsat, at de nødvendige øvrige tilladelser fra andre myndigheder kan opnås.

Hvis der ses samlet på de praktiske muligheder, økonomien, miljøforhold og tidsplaner for områderne, lyder vores anbefaling at starte med områderne Kalvebod Syd og Prøvestenen. Det er muligt at gå i gang i disse to områder indenfor en kort årrække og den økonomiske forskel mellem placeringerne er ikke stor. Vindmøllerne i Nordhavnen har den bedste økonomi og kan med fordel tænkes ind i den samlede tidsplan for området. Opfyldningsområdet, hvor vindmøllerne skal stå, er dog ikke godkendt og projektet kan få en længere tidshorisont og måske først igangsættes senere. Endelig bliver Lynetten først aktuel, når de eksisterende vindmøller alligevel skal udskiftes på grund af alder.

Offshore placeringen på Saltholm Flak har alt andet lige en længere planlægningshorisont, men rummer muligheden for en stor vindkraftproduktion i nærområdet. Kommunen kan få området nærmere analyseret og derefter drøfte placeringmulighederne med Energistyrelsen.

## 2 OPGAVEN

Grontmij | Carl Bro er blevet bedt om at undersøge en række mulige placeringer for vindmøller i og udenfor Københavns Kommune.

Kommunen har formuleret opgaven således (*cit*at).

*Kommunen ønsker tilbud på følgende opgaver:*

- *Screening af de afgørende miljøpåvirkninger. Det er som minimum: Landskabelig påvirkning, afstandskrav, støj, skygger, flora og fauna og luftkorridorer. Hvis det vurderes, at andre miljøpåvirkninger kan få afgørende betydning for de senere ansøgninger om tilladelser, skal det fremgå af tilbuddet, hvilke ekstra områder, der skal undersøges.*
- *Forslag til hvilke typer og størrelser møller Københavns Kommune skal vælge*
- *Undersøge om der er nogle problemstillinger i forhold til nettilslutning af møllerne.*
- *Måling/beregning af forventet effekt og tilhørende business case på hele projektet*



- *Beskrivelse af processen for det videre forløb frem til møllerne er opstillet.*

*Følgende områder er i spil:*

- *Nordhavnen - i forlængelse af Middelgrundens vindmøller*
- *Nordhavnen - tæt på land*
- *Prøvestenen*
- *Lynetten*
- *Damhusåen*
- *Kalvebod Miljøcenter*
- *Refshaleøen*
- *Kalvebod Fælled.*

*Der ønskes en indledende vurdering af, om alle områder er relevante, før der gennemføres undersøgelser på de enkelte potentielle placeringer.*

*Det er afgørende, at undersøgelsen afdækker alle forhold, der kan få afgørende betydning for de endelige ansøgninger om opstilling af vindmøllerne.*

Københavns Kommune har i det efterfølgende arbejde uddybet, hvilke områder, som skulle indgå i undersøgelsen (*citāt*):

1. *Nordhavnen - forlængelse af Middelgrundens vindmøller: Nord for Middelgrunden, langs sejlrenden*
2. *Nordhavnen - tæt på land: Langs nordsiden af indfatningen af det planlagte jorddepot*
3. *Prøvestenen: på den planlagte jordvold mellem det område, der skal anvendes til havneformål og det område, der er udlagt til rekreative formål*
4. *Lynetten (udpeget vindmølleområde jævnfør kommuneplanen)*
5. *Damhusåen (udpeget vindmølleområde jævnfør kommuneplanen)*
6. *Kalvebod Miljøcenter (KMC): Er området syd for jernbanen, som er Miljøcentrets område (mellem Kalveboderne/vandet og Amager-/Øresundsmotorvejen)*
7. *Refshaleøen: Omfatter evt. flere møller i området eller udskiftning af eksisterende møller*
8. *Kalvebod Fælled: Området lige nord for Kalvebodbroen/motorvejen - kan evt. behandles sammen med KMC*

### 3 UNDERSØGTE PLACERINGER

I tabel 3.1 er en oversigt over de områder, der har indgået i screeningen med kort navn og kort beskrivelse.

| Kort navn                   | Kort beskrivelse   |
|-----------------------------|--|
| Nordhavnen                  | På eller langs nordsiden af indfatningen af det planlagte jorddepot                              |
| Prøvestenen                 | På den planlagte jordvold  |
| Lynetten                    | Udpeget vindmølleområde jævnfør kommuneplanen  |
| Refshaleøen                 | Omfatter evt. flere møller i området eller udskiftning af eksisterende møller                    |
| Damhusåen                   | Damhusåens Rensningsanlæg: Udpeget vindmølleområde jævnfør kommuneplanen                         |
| Kalvebod Nord               | Kalvebod Miljøcenter (KMC): Syd for jernbanen på Miljøcentrets område                            |
| Kalvebod Syd                | Kalvebod Fælled: nord for Kalvebodbroen/ motorvejen  |
| Nordhavnen Offshore         | I forlængelse af planlagt udbygning af Nordhavnen  |
| Middelgrunden Offshore Nord | Nordhavnen - forlængelse af Middelgrundens vindmøller: Nord for Middelgrunden, langs sejltrengen |
| Saltholm Flak Offshore      | Saltholm Flak offshore – Nordøst for Flakfortet  |

*Tabel 3.1 Områderne der er indgået i screeningen og en kort beskrivelse af placeringen.*

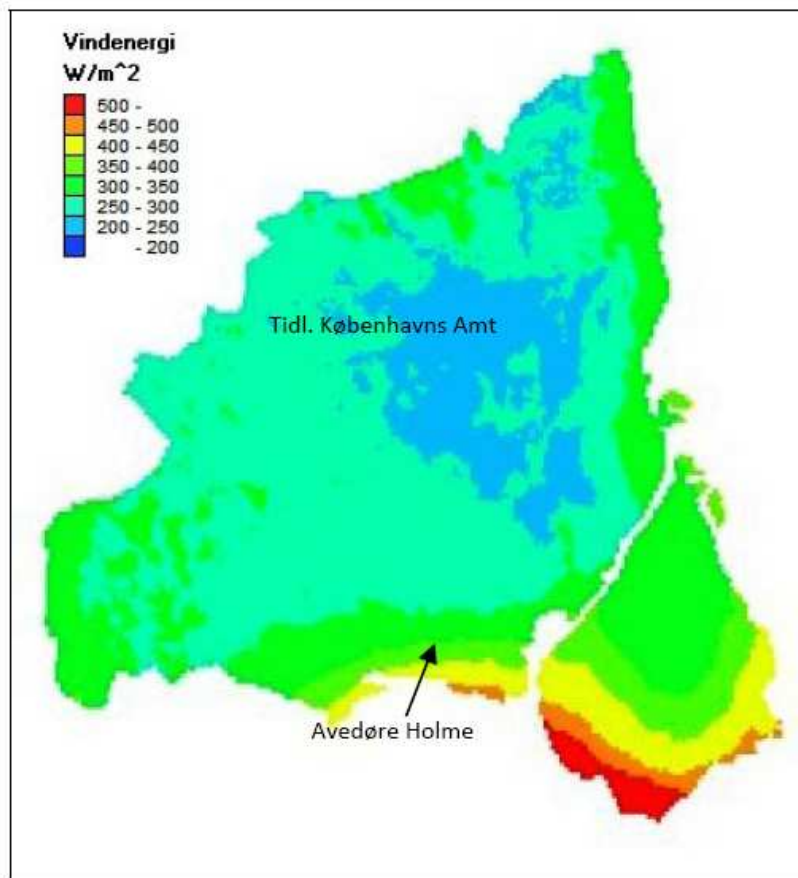
På figur 3.2. er områderne, der er indgået i screeningen, skitseret. Her ses også placeringen af de eksisterende vindmøller. Kortet genfindes i større udgave i bilag 1.



Figur 3.2. De undersøgte områder. Eksisterende møller er markeret med blå.

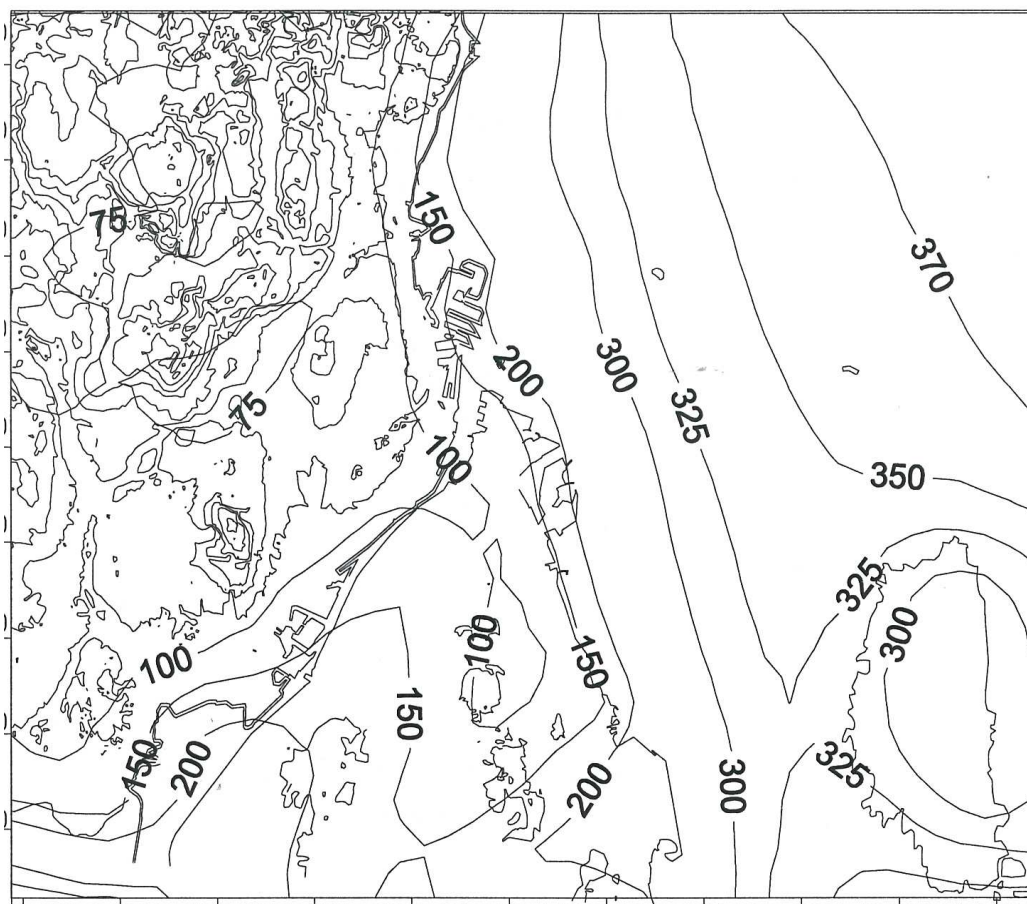
#### 4 VINDRESSOURCER I KØBENHAVN

Figur 4.1 viser vindpotentialet i Københavns området.



Figur 4.1 Vindressourcekort for området på land vist som vindens energiindhold i 70 meters højde [3]

Populært sagt er der vind i kystområderne og de sydlige områder har vind i den udstrækning, de ligger åbne ned mod Køge Bugt.



Figur 4.2 viser også vindressourcerne offshore. Energienheden er  $W/m^2$ . Højden er ukendt, men formentlig angivet i 30 meters højde. [4]

Populært sagt stiger vindressourcen, jo længere vindmøllerne er placeret fra kysten.

| Kort navn                   | Årsmiddel vindhastighed i 100 meters højde | Energiindhold pr. m <sup>2</sup> i 100 meters højde |
|-----------------------------|--|---|
| Nordhavnen                  | 7,3 m/s                                    | 3.781 kWh/m <sup>2</sup>                            |
| Prøvestenen                 | 7,1 m/s                                    | 3.499 kWh/m <sup>2</sup>                            |
| Lynetten                    | 7,1 m/s                                    | 3.503 kWh/m <sup>2</sup>                            |
| Refshaleøen                 | 7,0 m/s*                                   | *   |
| Damhusåen                   | 6,6 m/s*                                   | *   |
| Kalvebod Nord               | 6,9 m/s *                                  | *   |
| Kalvebod Syd                | 7,2 m/s                                    | 3.738 kWh/m <sup>2</sup>                            |
| Nordhavnen Offshore         | 7,6 m/s                                    | 4.250 kWh/m <sup>2</sup>                            |
| Middelgrunden Offshore Nord | 7,8 m/s                                    | 4.502 kWh/m <sup>2</sup>                            |
| Saltholm Flak Offshore      | 8,3 m/s                                    | 5.424 kWh/m <sup>2</sup>                            |

Tabel 4.1 Områdernes vindressource, vist som årsmiddel vindhastigheden i meter pr. sekund og som kWh/m<sup>2</sup>. Baseret på Wind-Pro beregninger. Den angivne årsmiddelvind på Refshaleøen, Damhusåen, Kalvebod Nord er baseret på overslag, hvorfor tallene er markeret med \*.

Områdernes vindressource fremgår at tabel 4.1, vist som årsmiddel vindhastigheden i meter pr. sekund og energiindholdet i kWh pr. m<sup>2</sup>.

Der er ikke væsentlig forskel på vindressourcen på de undersøgte landplaceringer.

Vindressourcerne tæt på storbyen ligger under landsgennemsnittet i Danmark. Udviklingen af vindkraft teknologien, bl.a. gennem højere tårn og større rotordiameter, gør dog, at der kan opnås rimeligt energiudbytte på alle placeringer.

Til sammenligning er årsmiddel vindhastigheden på Middelgrunden 7,2 m/s i 50 meters højde [14].

Produktionen på de anbefalede projekter ligger på mellem 2100-2400 fuldlasttimer pr. år. Gennemsnitlig produktion på alle eksisterende danske vindmøller i 2008 var 2200 fuldlasttimer. Produktionsmæssigt vil de anbefalede projekter m.a.o. ligge på niveau med landsgennemsnittet i Danmark.

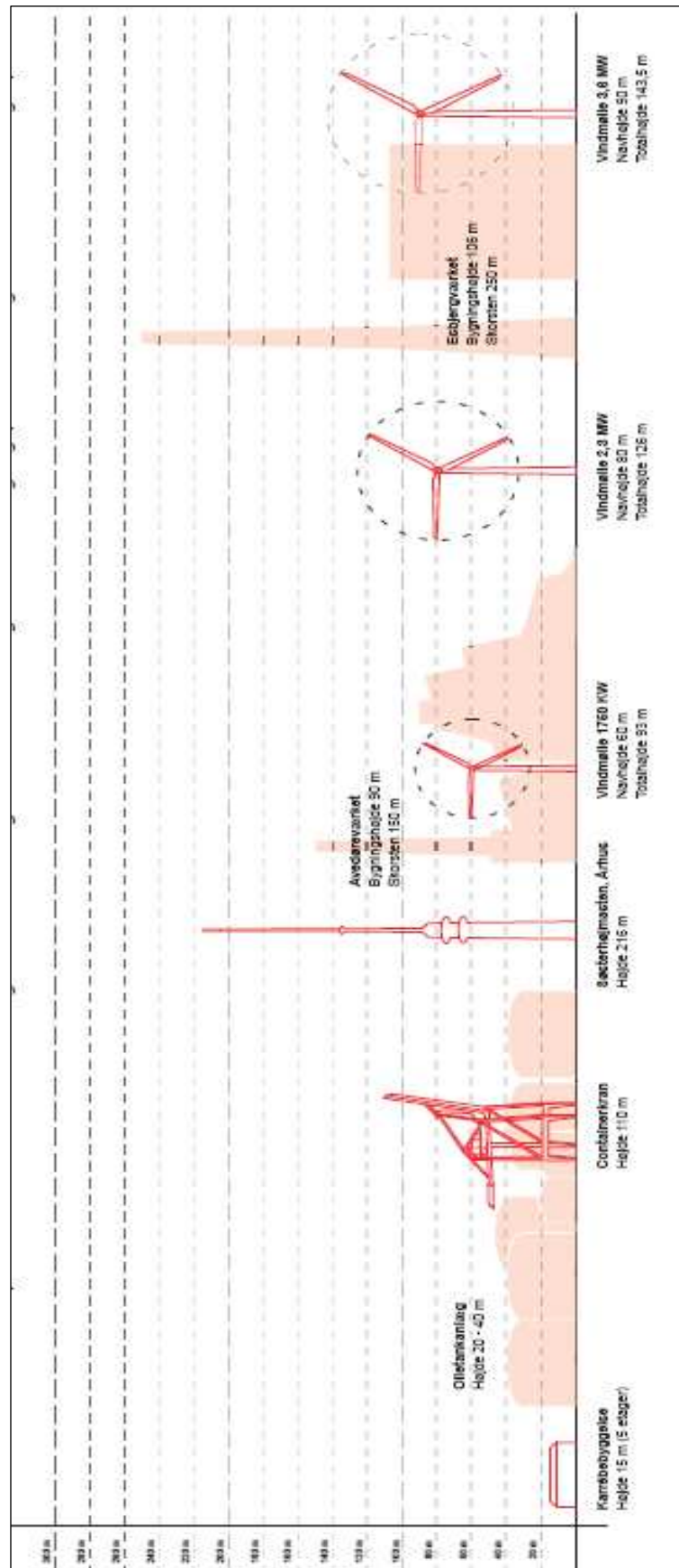
## 5 VINDMØLLE TYPER

Kapitlet giver forslag til hvilke typer og størrelser møller, Københavns Kommune skal vælge. I dette kapitel gives generelle anbefalinger, mens der i næste kapitel ses på mulige mølletyper i de enkelte områder.

**Størrelsen**

For at opnå størst mulig energiproduktion kan det anbefales at anvende størst mulige vindmøller. Udfra en rent kommerciel betragtning, skal man dog ikke altid vælge den størst mulige vindmølle, se også senere i dette afsnit. De relativt begrænsede vindressourcer og den begrænsede plads på de aktuelle placeringer peger også i retning af møller med en stor rotordiameter. I de aktuelle områder, med begrænsede placeringmuligheder, vil få store møller altid give en højere energiproduktion end flere mindre vindmøller. Mange forskellige fabrikanter har udviklet specielt optimerede møller til de vindforhold, der findes i København. Denne type kaldes også lavvindsmøller og er karakteristiske ved at have stor rotordiameter i forhold til generatorens størrelse.

Møllernes størrelse er i dag vokset, således at de største møller nu er på 4-6 MW. Med en diameter på 100-126 meter og en tårnhøjde på 78-105 meter giver det en totalhøjde på 130-168 meter. Størrelsesforholdene i tekniske landskaber er illustreret i figur 5.1.



Figur 5.1 Størrelsesforhold i tekniske landskaber [10]



Det er 3 møller med max. højde på 150 meter, der opstilles på Avedøre Holme i løbet af 2009. En af disse møller forventes at blive en Siemens Windpower mølle på 3,6 MW, som opgraderes til en rotordiameter på 120 meter og en navhøjde på ca. 90 meter. Som standard sælger Siemens kun denne vindmølle med navhøjde på 80 og 90 meter. Vestas sælger i dag en 3 MW vindmølle med vingediameter på 112 meter. Vestas møllen fås med navhøjder på 78, 90 og 120 meter.

Det bør bemærkes, at vindmøller med en totalhøjde på 150 meter og derover, skal afmærkes efter de internationale regler på området og desuden kun kan godkendes af miljøministeren, d.v.s. miljøcentret i Roskilde. Hvis totalhøjden holdes under 150 meter undgås dermed også den kraftige lysafmærkning af vindmøllerne. Lysafmærkning efter de internationale regler kan være meget generende i landzoner, men har mindre betydning i en storby, hvor der er lys overalt. Hvis den kraftige lysafmærkning kan, undgås anbefales dette.

Det skal bemærkes, at lufthavnens højdebegrænsende plan måles i forhold til DNN. DNN betyder Dansk Normal Nul (havets overflade) og det højdebegrænsende plan måles dermed i forhold til havoverfladen. Møllens totalhøjde måles normalt i forhold til terræn jævnfør vindmøllecirkulæret, se også bilag 10.3. Dermed kan koten på møllens fundament få betydning. Her angives et eksempel til illustration. Ved en placering i kote +3 meter og en totalhøjde på 149 meter i forhold til terræn betyder det, at totalhøjden over havet bliver 152 meter set i forhold til lufttrafikkens regler.

Desuden anbefaler vejledningen til vindmøllebekendtgørelsen, at der er harmoni mellem vindmøllens navhøjde og rotordiameteren. Dette forhold anbefales vurderet på hvert enkelt projekt og vil normalt ligge mellem 1:1,1 og max. 1:1,35. Det betyder, at en mølle med en navhøjde på 80 meter minimum vil få en rotordiameter på 88 meter og maksimalt kan have en rotordiameter på 108 meter. Det betyder endvidere, at en mølle med en navhøjde på 90 meter, minimum kan have en rotordiameter på 99 meter og en maksimal rotordiameter på 121,5 meter. Disse vejledende harmoni anbefalinger er overholdt i alle forslagene til mølleparker.

Begrænsningen på møllens størrelse vil ofte sættes af de lovgivningsmæssige regler, der gælder på det aktuelle område. Dette beskrives i kapitel 7 under de enkelte områder.

### **Produktionsberegninger**

Til produktionsberegningerne er der anvendt data fra den største vindmølle, som Siemens Windpower aktuelt kan levere. Det er en 3,6 MW mølle med en rotordiameter på 107 meter. Det er en af de største vindmøller, der har flere års driftserfaring. Den første udgave af 3,6 MW Siemens vindmøllen med en rotordiameter på 120 meter opstilles som nævnt på Avedøre Holme i efteråret 2009. Denne rotor på 120 meter har et areal, som er 26% større end rotoren på 107 meter. Dette kan forbedre energiproduktionen med op til ca. 26% i forhold til det beregnede. Opstillingen af vindmøller i København forudsættes tidligst påbegyndt i 2011-2012. På dette tidspunkt forventes, at der er tilstrækkelig driftserfaringer med 120 meter rotoren, således at den kan frigives til normalt kommercielt salg. Vestas har en vindmølle, som er næsten lige så stor, d.v.s. med en rotordiameter på 112 meter. Denne type forventes der at være tilsvarende tilstrækkelig driftserfaringer med i år 2011-12.

### Støjforhold

Mange af de store vindmøller tilbydes desuden i støjdæmpede og støjregulerede modeller. Møllernes kildestøj ligger typisk i området 103-108 dB(A), og de kan som regel støjbegrænses med op til 5 dB(A). En støjdæmpning betyder gerne en lidt lavere produktion, idet støjdæmpningen som regel sker ved at nedsætte den leverede effekt fra vindmøllen.

Det har ikke været muligt at få udleveret garanterede støjdata fra Siemens Windpower på deres 3,6 MW med en rotor på 120 meter. Disse data er ikke frigivet endnu, idet møllen endnu ikke er frigivet til kommercielt salg.

De aktuelle beregninger er derfor udført med en vindmølle med en kildestøj på 107 dB(A) ved 8 m/s. Heri ligger der en "støjmessige reserve", idet både Siemens og Vestas kan levere vindmøller, som støjer mindre end dette.

Siemens Windpower har oplyst, at deres 3,6 MW vindmølle med en rotordiameter på 107 meter har en garanteret kildestøj på 105,4 dB(A). Siemens Windpower kunne ikke oplyse støjdata på deres 3,6 MW med rotordiameter på 120 meter, men bekræftede, at hvis vi regnede med kildestøj på 107 dB(A) på deres 3,6 MW med rotordiameter på 120 meter, var vi klart på den sikre side [11].

Vestas oplyser støjdata i deres produktbrochure for 3 MW med rotordiameter 112 meter til 102,8 dB(A) ved 8 m/s og 106,5 dB(A) ved 10 m/s.

### Kommerciel betragtning

Ud fra en rent kommerciel betragtning vil det ikke altid kunne betale sig at anvende de absolut største vindmøller på markedet. Dette synspunkt underbygges af det faktum, at den gennemsnitlige størrelse på opsatte møller globalt var 1566 kW i 2008 [5]. Møller i størrelsen 1500-2500 kW udgjorde 80,4 % af det globale marked i 2008 [5]. En medvirkende årsag til, at det ikke altid kan betale sig at vælge de absolut største vindmøller er, at det tager tid at udvikle vindmøller. De lidt mindre vindmøller er derfor optimeret over en længere årrække, og driftsikkerheden er derfor bedre end på de helt store vindmøller, hvilket igen giver lavere service- og vedligeholdelsesomkostninger i vindmøllens levetid. Derfor er de helt store møller (rotordiameter på mere end 100 meter) endnu ikke mainstream på markedet for vindmøller på land. Vores kommercielle anbefaling er at vælge vindmøller med en rotordiameter på mellem 93-120 meter og en effekt på mellem 1,8-3,6 MW. Her vil kommunen opnå størst mulig energiproduktion fra området samtidig med, at der opnås størst energiproduktion pr. investeret krone.

I sidste ende er det optimale valg af mølletype afhængig af mange forhold, eksempelvis konkurrencen mellem fabrikanterne, mulige leverandører, hvad møllefabrikanterne faktisk kan og ønsker at tilbyde (eksempelvis har de fleste faste tårnhøjder), sitespecifikke forhold, eksempelvis adgangsforhold, møllens støjudsendelse i f.h.t. tilladelig støj i området, vindressourcen på stedet, prisen på møllen, forsikrings- og garantiforhold, driftserfaringer på mølletypen, m.v.

### Fundamenter

På alle de aktuelle placeringer skal fundamenterne stå på opfyldt materiale. Den mest sandsynlige funderingsmetode er pælefunderede gravitationsfundamenter, d.v.s. et normalt fundament, men understøttet af pæle. Dette er velkendt teknologi, men den underliggende geoteknik vil have væsentlig betydning for udgifterne til fundamentene. De geotekniske forhold er ikke kortlagt i dette arbejde og kan variere mellem placeringerne. I økonomiberegningerne er forudsat "normale" pælefunderede gravitationsfundamenter.

### Anbefaling

Det anbefales, at kommunen gennemfører planproces for store vindmøller på landplaceringerne d.v.s. med en navhøjde på 89 meter og en rotordiameter på 120 meter. Møllens maximale højde til tip holdes under 150 meter.

Det undersøges om der kan gives dispensation fra lufthavnens højdebegrænsende plan, idet det får betydning for optimering af det endelige vindmølle valg.

Det endelige valg af mølletype vil bero på en kommerciel sammenligning af forskellige fabrikater og det optimale valg forventes at pege på vindmøller med en rotordiameter på mellem 93 – 120 meter og en effekt på mellem 1,8-3,6 MW.

Endelig anbefales det at lægge vægt på valg af støjsvage og velafprøvede vindmøller.

På offshore placeringen på Saltholm Flak kan det anbefales at gå op i møllestørrelse med en navhøjde på 90 meter og en rotordiameter på 130 meter.

## 6 NETTILSLUTNING

Der er gode muligheder for nettilslutning på alle placeringerne.

I "Bekendtgørelse om nettilslutning af vindmøller og pristillæg for vindmølleproduceret elektricitet m.m." [9] står der i § 4:

*"Ved opstilling af en eller flere vindmøller på land i et ved en regionplan specifikt udpeget vindmølleområde er netvirksomheden forpligtet til at føre elnettet frem til et tilslutningspunkt ved vindmølleområdets afgrænsning, når der er tilstrækkelig sikkerhed for, at der opføres vindmøller med en samlet installeret effekt på mindst 1,5 MW."*

Det er netvirksomheden, som fastsætter spændingsniveauet, og det er netvirksomheden, der skal betale for at føre nettet frem til vindmølleområdet. Det er alene nettilslutningen mellem vindmøllerne, som er indregnet i budgetterne.

Der er taget kontakt til netvirksomheden Dong Energy og Energinet.dk, som har oplyst om stationsplaceringer og de forskellige afstande, der er til den eksisterende elnet m.v. Se nærmere i bilag 4.

## 7 SCREENING OG FORSLAG TIL MØLLEPARKER

I bilag 5 er screeningen præsenteret i en oversigtstabel.

Oversigtstabellen giver et grafisk overblik over, hvilke regelsæt, der er kritiske på de enkelte placeringer. Desuden viser tabellen, hvilke regelsæt, der er kritisk afhængig af størrelse og antal vindmøller på placeringen.

De følgende underkapitler giver uddybende tekst til de enkelte områder og kan med fordel læses sammen med oversigten i bilag 5.

De følgende underkapitler indeholder en kort beskrivelse af områder og et forslag til placering af effekt i området. De mest kritiske begrænsninger på de enkelte områder er i fokus og uddybet for hvert område. Med kritiske begrænsninger menes de regler, der primært begrænser mulighederne for placering af vindmøller i områderne. De kritiske begrænsninger skal forstås således, at de bliver bestemmende for, hvilke vindmøller, der kan placeres eller ikke kan placeres i områderne. Erfaringsmæssigt er afstanden til nærmeste bolig samt støjbekendtgørelsen kritisk og kan disse regler overholdes, er der gået videre i vurderingen. Alle ikke kritiske love og regler skal selvfølgelig overholdes og disse fremgår ikke nødvendigvis med beskrivelse på hvert enkelt område.

Alle de anbefalede projekter kan overholde mindste afstandskrav til boliger og overholder støjbekendtgørelsens regler.

På alle placeringer vil opstilling af nye, store vindmøller forudsætte nyt plangrundlag, kommuneplantillæg, VVM redegørelse, lokalplaner m.v.

De undersøgte mølleparkerne og deres størrelser fremgår af tabel 7.1 og områdernes placering af kortet i bilag 1.

Ud fra screeningen er der udarbejdet konkrete forslag til placering af mølleparker i hvert af de anbefalede områder. De anbefalede placeringer ses af kortet i bilag 2

Under hvert område begrundes valget af størrelsen på vindmøllerne og de forudsætninger, der er, for en senere endelig myndighedsgodkendelse på hver placering.

| Navn                           | Mølle effekt kW | Antal møller | Park effekt MW | Navhøjde<br>Meter | Diameter<br>Meter | Max. højde til<br>tip meter |
|--------------------------------|-----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| Nordhavnen                     | 3,6             | 4-5          | 14-18          | 70-100            | 93-120            | 149                         |
| Prøvestenen                    | 3,6             | 1-4          | 7-14           | 70-100            | 93-120            | 149                         |
| Lynetten                       | 3,6             | 4-5          | 14             | 70-100            | 93-120            | 149                         |
| Kalvebod Syd                   | 3,6             | 2-5          | 14-18          | 70-100            | 93-120            | 149                         |
| Saltholm Flak offshore         | 3,6             | 15-40        | 54-144         | 70-100            | 93-130            | 160                         |
| Nordhavn Offshore              | 3,6             | 5            | 18             | 70-100            | 93-130            | 160                         |
| Middelgrunden Offshore<br>Nord | 3,6             | 2            | 7              | 70-100            | 93-130            | 160                         |

Tabel 7.1. Undersøgte mølleparker og deres størrelse. Angivet med effekten pr. vindmølle, antal vindmøller, samlet parkeffekt, navhøjde, rotordiameter og max. højde til tip.

## 7.1 Nordhavnen

### Forslag til placering

Der er taget udgangspunkt i at området afgrænses af nordsiden af indfatningen af det planlagte jorddepot jævnfør brevet fra Udviklingselskabet By & Havn [8]. Det foreslås, at vindmøllerne placeres på indersiden af indfatningen, ligesom vindmøllerne på Lynetten i dag er placeret. På denne indfatning kan der maksimalt stå 4 store vindmøller med navnhøjde 89 meter og rotordiameter på 120 meter jævnfør kortet 7.1.

Screeningen har ikke vist nogle begrænsninger på området generelt, udover det visuelle samt de fremtidige anvendelsesmuligheder af området.

Etableringen af vindmøller i Nordhavnen kan med fordel indtænkes i det samlede Nordhavnsprojekt, således at placeringen af vindmøller i området samtænkes med de øvrige elementer i projektet. I den forbindelse skal vindmøllernes placering m.v. blandt andet afstemmes med den endelige geografi og med den samlede tidsplan for Nordhavnsområdet.

Digerne/indfatningerne forventes ifølge VVM-redegørelsen opført i år 2011-2012. [2] Derefter opfyldes området over en 10-15 årig periode. Først på længere sigt dvs. om 30-40 år forventes byudviklingen at komme ud på det opfyldte område. På den nye, østlige Krydstogtskaj kan der ikke stå møller, da de to anvendelser ikke kan kombineres. Anvendelsen af kajstrækningen nord for krydstogtskajen og den nordøstlige kajstrækning er pt. ikke endeligt fastlagt, men formodes brugt til havneformål. Placeringen af vindmøller på denne strækning kan derfor begrænse anvendelsesmulighederne i møllernes levetid, som forventes at være 20-25 år. Muligheden begrænses derfor til indfatningsdæmningen mod vest og nord (kaldet strækning H-G-F i VVM rapporten side 80 [2]).



Kort 7.1 Placeringsforslag i Nordhavnen

Det kan bemærkes, at den østligste mølle har en påvirkningszone, som rækker ind på dæmningen (betegnet som cellefangedæmningen benævnt stykke E til F, VVM rapportens side 80 [2]). Påvirkningszonen kan have betydning for anvendelsesmulighederne i zonen. Skal denne påvirkning helt undgås, kan vindmøllerne flyttes længere ind langs indfatningen. Omvendt kan projektet tilsvarende udvides ud på den nævnte cellefangedæmning, såfremt dette kan forenes med brugen af området i møllernes levetid.

Endelig skal det bemærkes, at møllerne kan flyttes rundt på indfatningen (ud fra tekniske eller visuelle kriterier), eller der kan skæres en mølle eller to væk, hvis det skulle vise sig visuelt nødvendigt. Denne optimering forudsættes at ske i de senere projektudviklingsfaser, og er ikke en del af dette arbejde.

### Visualisering

Placeringen af en eller flere møller vil være et markant landskabelement. For at kunne vurdere dette nærmere er der, efter aftale med kommunen lavet en visualisering af området og placeringen.

Visualiseringen er udført fra Charlottenlund Fort. Den viser, at vindmøllerne har et uheldigt samspil med vindmøllerne på Middelgrunden set fra kysten nordvest for Nordhavnen. Helhedsindtrykket bliver rodet. De store møller står foran møllerne på middelgrunden og det er svært at opfatte opstillingsmønstret på Middelgrunden. Det vil være tilfældet i en del af møllernes levetid. Når de nye krydstogtskibe kommer til vil det mindske det uheldige samspil. Først senere når havnen bliver bebygget tættere på de foreslåede vindmøller, vil der ikke være et uheldigt samspil. I dette tilfælde vil bygningerne og de nye tage udsynet til Middelgrundens vindmøller.

Se også fotomontage 1 og tilhørende bilagsrapport med visualisering



*Fotomontage 1. De 4 vindmøller i Nordhavnen set fra Charlottenlund Fort. Vindmøllerne på Middelgrunden ses i baggrunden. Fra visualiseringen.*

### **Støj**

Nordhavnen er udlagt som erhvervsområde med tilladelse til støj på op til 70 dB(A). Vindmøllerne vil derfor ikke komme i konflikt med støjkrav. Den udflyttede skudehavn ligger i en afstand på ca. 800 meter til nærmeste vindmølle og her vil kunne opleves støj på op til 40-44 dB(A). Dette svarer til støjbekendtgørelsens krav for støj ved nærmeste bebyggelser i det åbne land. Skudehavnen vil derfor opleve mere støj fra det omkringliggende erhvervsområde end fra vindmøllerne og støjen fra vindmøllerne vil være mindre end det niveau som nabobebyggelse til vindmøller i det åbne land oplever.

### Skyggekast

Der vil være skyggekast på naboområderne. Der er ikke fastsat regler for skyggekast på erhvervsområder, hvilket er aktuelt her. En overslagsberegning viser, at nærområder i en afstand på ca. 300 meter fra vindmøllerne vil få ca. 50-74 timers skygge pr. år.

### Nettilslutning

Møllerne kan nettilsluttes uden problemer. Det er netselskabet, som skal føre elnettet frem til vindmølleområdet. Dette vil ske fra et sted, hvor netselskabet finder det mest hensigtsmæssigt jævnfør bilag 4.

Dong energy skriver at *"Forsyningsforholdene i Nordhavnsområdet er under overvejelse i forbindelse med det verserende lokalplansarbejde for området. Disse overvejelser kan på sigt medføre ændrede forhold for tilslutning af møllerne.*

*Med udgangspunkt i den nuværende netstruktur vil en 30 kV tilslutning på Svanemølleværket, Laurrupgade 1, være en mulighed. Tracelængden vil være ca. 6 km."*

### Økonomiberegning

Økonomien er beregnet på en opstilling i 2011.

### Anbefaling

Det anbefales, at kommunen starter planlægningsprocessen for placeringen af 4 store møller med en navhøjde på 89 meter og diameter på op til 120 meter. De 4 visualiserede vindmøllerne har et uheldigt samspil med vindmøllerne på Middelgrunden set fra kysten nordvest for Nordhavnen. En VVM redegørelse skal gå mere i dybden med de visuelle konsekvenser. Måske kan der findes en mere visuelt acceptabel løsning med færre vindmøller eller ved, at vindmøllerne placeres anderledes i området.

## 7.2 Prøvestenen

### Forslag til placering

Området er i første omgang afgrænset til jordvolden, som er planlagt imellem det område, der skal anvendes til havneformål og det område, som er udlagt til rekreative formål, jævnfør brevet fra Udviklingssekretariatet By & Havn [8].

Et projekt med to møller med en navhøjde på 80 meter og en rotordiameter på 107 meter har været overvejet for at minimere konflikten med lufthavnens højdebegrænsende plan. En dispensation fra det højdebegrænsende plan vurderes realistisk, idet placeringerne ligger helt ude i kanten af det højdebegrænsende plan og langt væk fra indflyningslinjerne. Et højere tårn kan anbefales, hvis det er muligt at opnå dispensation fra lufthavnens højdebegrænsende plan. Såfremt dispensation ikke kan gives, må der vælges mindre vindmøller eller opstilles færre vindmøller.

Det anbefalede projekt er derfor to møller med en navhøjde på 89 meter og en rotordiameter på 120 meter.

En 3. vindmølle kan måske placeres helt nordligt på diget ud mod Øresund. Den 3. vindmølle vil øge den samlede effekt på placeringen og dermed øge rentabiliteten i det samlede projekt. Om dette vil være i konflikt med de fremtidige anvendelsesplaner for området er uafklaret. Det nordlige kajområde ud mod Øresund formodes brugt til havneaktiviteter og det vil være svært at indpasse en vindmølle i havneaktiviteter, især hvis der arbejdes i højden med kraner og høje skibe. Den 3. vindmølle indgår derfor ikke i forslaget eller som forudsætning for de økonomiske beregninger.





Kort 7.2. Forslag til placering på Prøvestenen. Den nye opfyldning fremgår ikke af kortet og møllerne står på denne nye opfyldning og er dermed placeret på land.

### Forhold til flytrafik

Kort over det højdebegrænsende plan fra Københavns Lufthavn fremgår af bilag 7. Med den foreslåede navhøjde på 89 meter bliver møllens totalhøjde 149 meter i forhold til terræn. Højdebegrænsningen er 137 meter i forhold til DNN på den mest østlige mølleplacering og 127 meter på den mest vestlige mølleplacering. DNN betyder Dansk Normal Nul og det højdebegrænsende plan beregnes dermed over havoverfladen. Møllen antages placeret i kote +3 meter, hvilket betyder, at den mest vestligt placerede vindmølle kommer til at rage ca. 25 meter op i det højdebegrænsende plan. Der skal i givet fald søges dispensation fra det højdebegrænsende plan hos Statens Luffartsvæsen/Københavns Lufthavn. En dispensation vurderes realistisk, idet placeringerne ligger helt ude i kanten af det højdebegrænsende plan og langt væk fra indflyvningslinjerne. Hvis den dispensation ikke kan gives må der vælges mindre vindmøller eller opstilles færre vindmøller.

Alternativt kan der vælges et lavere tårn, som gør, at vindmøllens totale højde holder sig under det højdebegrænsende plan. Som alternativ nr. 2 kan der opstilles to vindmøller på diget ud mod Øresund. Som alternativ nr. 3 kunne der opstilles kun en vindmølle på det østlige punkt af jordvolden.

Der er alene regnet økonomi på det foreslåede projekt med 89 meters navhøjde og 120 meter rotor. Små ændringer i navhøjden eller valg af en mindre rotor ændrer ikke økonomien væsentligt, men vil reducere energiproduktionen væsentligt. Beskæres projektet til færre vindmøller bliver økonomien forringet.

Andre kombinationer af mindre vindmøller vil også kunne komme på tale, men er ikke optimeret i dette arbejde.

### **Støj**

Nærmeste støjfølsomme arealanvendelse er kolonihaverne, som ligger langs Amagers østkyst.

Støjberegningerne viser, at kolonihaverne vil opleve en støj på 36,8 dB(A) ved 8 m/s. Støjbekendtgørelsens krav til grænseværdi er 39 dB(A) ved 8 m/s. Bekendtgørelsens krav er dermed opfyldt.

Opfyldningsområdet er udpeget som rekreativt område, jævnfør lokalplanen og kan anvendes til "grønne arealer, vinteropbevaringsplads til lystbåde, en eventuel autocamperplads samt serviceerhverv med tilknytning til lystbådehavnen" [citat fra ref. 1]. Denne arealanvendelse opfattes ikke som støjfølsom, men det er op til kommunen at foretage en endelig vurdering. Kommunen vurderer ikke, at lystbådehavne er støjfølsomt område, hvis der ikke er husbåde.

Den planlagte lystbådehavn syd for Prøvestenen forudsættes således ikke omfattet af støjbekendtgørelsens definition af støjfølsom arealanvendelse, jævnfør Miljøstyrelsens vurdering, se også bilag 6.

### **Visualisering**

Placeringen af en eller flere møller vil være et markant landskabselement set fra Amager Strandpark. Prøvestenen er dog allerede i dag et meget teknisk præget landskab, hvor vindmøllerne vil kunne indpasses. For at kunne vurdere dette nærmere, er der efter aftale med kommunen lavet en visualisering af området og placeringen.

Visualiseringen fra Amager Strandparks sydlige del viser vindmøllerne mellem de mange øvrige tekniske elementer, som kraftværk og oliebeholdere. Vindmøllerne virker ikke som et generende element, men føjer endnu et teknisk element til byens søfront. Vindmøllerne på Prøvestenen står klart adskilt fra Middelgrundens vindmøller, som kan opleves uforstyrret uden visuel konflikt med de nye vindmøller.

Kun to møller indgår i visualiseringen. En eventuel tredje mølle der kunne placeres nordligt på kajstrækningen ud mod Øresund vil dog ikke ændre den visuelle vurdering set sydfra. Vindmøllen vil ikke virke som et generende element, men føje endnu et teknisk element til byens søfront.

Se også nedenstående fotomontage og tilhørende bilagsrapport med visualisering.



*Fotomontage 2. De to vindmøller på Prøvestenen set fra Amager Strandpark. Nye møller på Lynetten og Nordhavnen ses i baggrunden til venstre i billedet. Fra visualiseringen.*

### **Skyggekast**

Der vil være skyggekast på naboområderne, men der er ikke fastsat regler for dette på erhvervsområder og den aktuelle type rekreative arealer. En overslagsberegning viser, at nærområder i en afstand på ca. 300 meter fra vindmøllerne vil få ca. 50-74 timers skygge pr. år.

### **Nettilslutning**

Møllerne kan nettilsluttes uden problemer. Det er netselskabet som skal føre elnettet frem til vindmølleområdet. Dette vil ske fra et sted, hvor netselskabet finder det mest hensigtsmæssigt jævnfør bilag 4.

Dong energy skriver at "tilslutning til 10 kV på Amager Strandvej transformestation, Amager Strandvej 3. Tracelængde ca. 2 km."

### **Økonomiberegning**

Økonomien er beregnet på en opstilling i 2011.

### **Anbefaling**

Det anbefales, at kommunen arbejder videre med planlægningsgrundlaget for placeringen af 2-3 store møller med en navhøjde på 89 meter og en diameter på op til 120 meter. Økonomien er beregnet for 2 vindmøller.

### 7.3 Lynetten

#### Forslag til placering

Området afgrænses af diget, som i kommuneplanen er udlagt som vindmølleområde.

Screeningen har ikke vist nogen begrænsninger på området generelt udover det visuelle og de fremtidige anvendelsesmuligheder af området.

Der står 7 stk. 600 kW møller på digerne ved Lynetten i dag. Disse møller blev opsat i 1996 og har tilladelse fra Københavns Havn til at blive stående i 20-22 år afhængig af placeringen på diget. En udskiftning kan derfor næppe komme på tale før 2016-18 medmindre der indledes forhandling eller betales erstatning for tidligere nedtagelse af disse vindmøller.

På området foreslås der placeret 4 store vindmøller med navhøjde 89 meter og en rotdiameter på 120 meter jævnfør kortet 7.3.

Det er måske muligt at placere en 5 vindmølle på den sydlige ende af diget. Den vil stå vindmæssigt dårligere end de 4 andre møller på diget. Den vil desuden stå tættere på den store hal på Refshaleøen, hvilket vil betyde større turbulens, som igen betyder større belastninger på vindmøllen. Det vil kræve mere detaljerede beregninger at vurdere disse forhold nærmere. Desuden vil støjbelastningen af Margretheholms lystbådehavn blive øget. Denne ekstra mølle kan eventuelt indgå i en endelig optimering af placeringen. Den ekstra vindmølle er ikke medtaget i anbefalingen, men det foreslås, at den kan indgå som en mulighed i kommunens planlægning.



Kort 7.3 Forslag til placering på Lynetten

### Visualisering

Vindmøllerne bliver mere synlige, end de eksisterende, men indgår naturligt i storbyens mange tekniske anlæg ved søfronten. Der er intet uheldigt samspil med de øvrige vindmølleparker og placeringen har en god afstand til både rekreative områder og boligområder.

Der foretages ikke speciel visualisering af Lynetten, men møllerne kan ses på visualiseringerne fra Amager Strandparken og fra Charlottenlund Fort.

### Støj

Margretheholms lystbådehavn syd for Refshaleøen forudsættes ikke omfattet af støjbekendtgørelsens definition af støjfølsom arealanvendelse, se også bilag 10.5.

### Skyggekast

Der vil være skyggekast på naboområderne, men der er ikke fastsat regler for dette på erhvervsområder, hvilket er aktuelt her. En overslagsberegning viser, at nærområder i en afstand på ca. 300 meter fra vindmøllerne vil få ca. 50-74 timers skygge pr. år.

### Nettilslutning

Møllerne kan nettilsluttes uden problemer. Det er netselskabet, som skal føre elnettet frem til vindmølleområdet. Dette vil ske fra et sted, hvor netselskabet finder det mest hensigtsmæssigt jævnfør bilag 4.

Dong energy skriver at *"de eksisterende møller på Lynetten er tilsluttet til 10 kV på Amager Strandvej transformerstation. Såfremt kapaciteten på møllerne forøges kan tilslutning ske til 30 kV på Amagerværket. Tracelængde ca.5 km (på land)."*

### Økonomiberegning

Økonomien er beregnet på en opstilling i 2011 uden indregning af udgifter til erstatning og nedtagelse af de eksisterende møller. Opstillingen vil realistisk ske i 2016-18. Økonomiberegningen er ikke realistisk, men sker alene fordi der i alle tilfælde tages udgangspunkt i opsætning i 2011.

### Anbefaling

Det anbefales at kommunen arbejder videre med planlægningsgrundlaget for placeringen af 4 store møller med en navhøjde på 89 meter og en diameter på op til 120 meter. Kommunen kan medtage en 5 vindmølle på det sydlige dige, som en mulighed i den videre planlægning.

#### 7.4 Refshaleøen

Det ville være teknisk muligt at placere flere store møller inde på Refshaleøen og/eller omkring Lynettens renseanlæg, mens de nuværende Lynetten møller er i drift. Lynettes møller er på 600 kW og har en max. højde til tip på 72 meter. I forhold til de potentielle nye møller i området må disse møller betegnes som små. Visuelt vil det ikke være acceptabelt at have møller i forskellige størrelser placeret så tæt op ad hinanden. Disse muligheder er derfor ikke vurderet nærmere i den videre proces. Under afsnittet om Lynetten foreslås nye vindmøller placeret langs diget/kystlinjen ligesom dagens møller på Lynetten. Hvis dette realiseres, kan det ligeledes ikke anbefales rent visuelt at placere flere vindmøller inden på selve Refshaleøen. En mulig placering inde i området vil være mellem Lynettens Rensningsanlæg og det nuværende opfyldningsområde. Her kan maksimalt opstilles en mølle mere. Den vil stå vindmæssigt dårligere end de andre møller ved kysten, og den vil stå tættere på den store hal på Refshaleøen. Det vil betyde større turbulens, som igen betyder større belastninger på vindmøllen. Denne ekstra mølle er derfor ikke medtaget i de videre beregninger.

#### **Anbefaling**

Det anbefales at kommunen ikke arbejder videre med planlægningsgrundlaget for placering af flere store møller i området, udover de under Lynetten nævnte.

## 7.5 Kalvebod Nord og Kalvebod Syd

### Forslag

Den indledende screening af Kalvebod Nord viser, at der alene vil være plads til relativt små vindmøller i området Kalvebod Nord. Den begrænsende faktor mod nord er husbådeområdet lige nord for Sjællandsbroen på Amagersiden og området til boliger og serviceerhverv ved Bådehavnsgade/Sydhavnsgade mod vest. I området til boliger og serviceerhverv i Bådehavnsgade/Sydhavnsgade er der mulighed for fremtidige boliger, hvilket betyder at området er "støjfølsom arealanvendelse". I respekt for dette rykkes den nærmeste mølleplacering sydpå i Kalvebodsområdet, ned på niveau med eller overfor Tippen i Kongens Enghave. En placering overfor Tippen i Kongens Enghave vil i givet fald skulle ses i sammenhæng med placeringerne i Kalvebod Syd. I det følgende er de to områder derfor slået sammen og beskrives under et som Kalvebod Syd.

På området kan der maksimalt stå 5 store vindmøller med en navhøjde 89 meter og en rotordiameter på 120 meter. I så fald skal der søges dispensation fra lufthavnens højdebegrænsende plan. Afhængigt af det endelige møllevalg kan et projekt med 5 møller komme i nærheden af støjbekendtgørelsens regler for maksimal støj i de nærmeste boligområder i Hvidovre Kommune eller mod nord i Erhvervsområdet Bådehavnsgade/Sydhavnsgade. Problemet kan formentlig løses ved at regne nøjere på specifikke vindmøller eller at vælge at støjbegrænse vindmøllerne, hvilket vil bevirke et produktionstab. Desuden vil 5 vindmøller være mere markant i landskabet end 4 vindmøller.

For at være på den sikre side og for ikke at overudnytte området foreslås det, at der maksimalt placeres 4 store vindmøller med en navhøjde på 89 meter og en rotordiameter på 120 meter jævnfør kortet 7.5.



Kort 7.5. Forslag til placering på Kalvebod Syd.

### **Kalvebodkilefredningen**

Hele området Kalvebod Nord og Kalvebod Syd er omfattet af Kalvebodkilefredningen. Området er sammenfaldende med Kalvebod Miljøcenter (KMC).

Kalvebodkilefredningen har til formål at sikre en opretholdelse og muliggøre en forbedring af de biologiske og landskabelige værdier, der er knyttet til området samt, at fastholde og regulere almenhedens ret til færdsel i området og det anvendelse til fritidsformål i øvrigt. Hele teksten i Kalvebodkilefredningen fremgår af bilag 8.

Det ses af teksten, at placering af vindmøller i området er i modsætning til flere punkter i fredningsteksten. Der tillades ikke at "opføre bebyggelse eller etablerer andre anlæg". I delområde 5, som omfatter KMC's område, gives der tilladelse til "deponering og efterbehandling af ikke-spiseligt affald", men det "efterbehandlede terræn skal holdes i en højde, der ikke overskrider linie mellem digekronen langs Kalvebodløbet og det øverste af støjvold på motorvejens vestside".

Der er derfor ikke tvivl om, at der skal søges dispensation fra fredningen i tilfælde af, at møller skal placeres i området.

For at der kan bevilliges en sådan dispensation må vindmøllerne ikke være i strid med fredningens formål.

Vores indledende vurdering er, at så længe Kalvebod Miljøcenter er i funktion, er der ikke nogen modsætning mellem fredningens formål og ideen om vindmøller i området. Senere, når området skal overgå til rent rekreativt areal med kolonihaver m.v., er situationen anderledes, idet vindmøller vil være i modstrid med eventuel fremtidig støjfølsom arealanvendelse. En tidshorisont på 20-25 år, før overgang til kolonihaver m.v., er derfor en forudsætning, for at vindmøller kan forrentes i deres levetid. I det nuværende planlægningsmateriale er der ikke fundet udsagn om tidshorisonten for denne overgang til fremtidig anvendelse. I denne indledende screening har vi derfor arbejdet videre med placeringen.

### **Natura 2000 området**

Kalvebod Syd ligger udenfor Natura 2000 området. Nærhed til Natura 2000 området er dog stor, og det bør vurderes, om vindmøller kan have en effekt ind i området i det videre planlægnings- og VVM arbejde. Dette vil bero på en vurdering af effekten på de konkrete arter i området. Forudsætningen for en godkendelse er, at det dokumenteres, at møllerne ikke har en effekt ind i Natura 2000 området.

Det kan her bemærkes, at et stort vindmølleprojekt ved Vognkær nordvest for Ringkøbing er VVM vurderet og godkendt i 2007. Dette projekt lå tilsvarende helt tæt op ad et EF fuglebeskyttelses- og habitatområde. Udpegningsgrundlaget i de to fuglebeskyttelsesområder er sammenligneligt. Begge områder har ynglende og trækkende fugle, samt arter som er beskyttet i henhold til fuglebeskyttelsesdirektivets bilag 1.

På denne baggrund mener vi, at det er realistisk, at området indgår i det videre planarbejde.

### **Strandbeskyttelseslinje**

Placeringen er indenfor Strandbeskyttelseslinjen, og der kræves dispensation herfra. Der er givet dispensation fra Strandbeskyttelseslinjen andre steder i Danmark, men det vil i givet fald ske på basis af en konkret vurdering af placeringen og området. Et eksempel er set på et område med forsøgsmøller lige indenfor Østersødiget ved Kappel på Lolland, hvor der er givet dispensation fra Strandbeskyttelseslinjen.



### Forhold til flytrafik

Kort over det højdebegrænsende plan fra Københavns Lufthavn fremgår af bilag 7. Heraf ses, at det højdebegrænsende plan går indover den nordlige del af området, og at den sydlige del af Kalvebod området ikke har nogen højdebegrænsning. Det højdebegrænsende plan er ca. 145 ved den nordligste vindmølle og 150 meter på de 3 sydligste vindmøller. Den nordligste mølle vil derfor nå ca. 5-10 meter op i det højdebegrænsende plan. Der skal i så fald søges dispensation fra det højdebegrænsende plan hos Statens Luftfartsvæsen/Københavns Lufthavne. En dispensation vurderes realistisk, idet placeringerne ligger helt ude i kanten af det højdebegrænsende plan og langt væk fra indflyningslinjerne. Hvis den dispensation ikke kan gives, må der vælges mindre vindmøller eller opstilles færre vindmøller.

Alternativt kunne den ene mølle, som er i konflikt med det højde begrænsende plan, begrænses til 145 meter og dermed overholde det højdebegrænsende plan. Alternativt kan alle 4 vindmøller have en navhøjde på 80 m.

Ved planlægning for vindmøller mellem 100 og 150 m skal Statens Luftfartsvæsen høres, for dels at afklare forhold til lufthavne og flyvepladser og dels for afklaring af nødvendig lysafmærkning. Normalt vil der blive stillet krav om montering af et fast rødt lys på minimum 10 Candela, der kan ses 360 grader i vandret plan. Lyset skal placeres på møllehatten. På grund af nærheden til Københavns Lufthavn kan der eventuelt blive tale om skærpede krav svarende til de internationale krav. Der er tale om et hvidt blinkende lys på cirka 20.000 Candela placeret på møllehatten og midt på tårnet. Et sådant lys kan være meget generende i landzoner, men har mindre betydning i en storby. Hvis den kraftige lysafmærkning kan undgås anbefales dette dog.

### Støj

Med forslaget om 4 vindmøller er støjbekendtgørelsen overholdt ved nærmeste nabobeboelse og nærmeste område med støjfølsom arealanvendelse. I det sydlige område vil beboelsesområderne i Hvidovre Kommune være nærmeste støjfølsomme område. Nordpå vil kolonihaver i Valby Parken og Erhvervsområdet Bådehavnsgade/Sydhavnsvej være nærmeste støjfølsomme område.

De to lystbådehavne på den modsatte side af Kalvebodløbet forudsættes ikke omfattet af støjbekendtgørelsens definition af støjfølsom arealanvendelse, jævnfør Miljøstyrelsens vurdering se også bilag 6. Hvis de to lystbådehavne bliver defineret som støjfølsom arealanvendelse, kan der blive tale om at støjbegrænse møllerne, vælge mindre møller eller at begrænse antallet af vindmøller. Dette kan analyseres nærmere i den videre planlægningsproces.

### Nærhed til overordnet vej

Der er netop udsendt nyt "Cirkulære og vejledning om planlægning for og landzonetiladelse til opstilling af vindmøller". Cirkulæret og vejledningen fremgår af bilag 3. Vejledningen anbefaler en afstand til nærmeste overordnede vej på 4 gange totalhøjden. Vejledningen anbefaler desuden, at der bliver udført en vurdering af konsekvenserne for trafikikkerheden og generne fra skyggekast.

Det anbefales, at dette vurderes nærmere i det videre arbejde. Hvis højden af møllen er under 150 meter, og møllen placeres 180 meter nord for motorvejen vurderes det, at dele af vejstrækningen vil opleve 49-74 timers skygge pr. år. Ingen trafikanter opholder sig dog på den pågældende vejstrækning i så lang tid, at de vil opleve vingeskyggen passer mere end 1-2 gange. Der findes ingen eksempler eller litteratur, der påviser, at skyggekast giver gener eller er årsag til uheld i trafikken.

Miljøministeren har bedt myndighederne overveje reglerne for opstilling af vindmøller langs overordnede veje, hvilket fremgår af bilag 9. Vi og Danmarks Vindmølleforening har tolket dette, som at myndighederne vil genoverveje anbefalingen om en afstand på 4 gange totalhøjden. Reglen stammer fra kravet om minimumsafstand til nærmeste bolig og der er gode argumenter for placering tættere på overordnede veje. Området tæt på overordnede vej er bl.a. støjbelastet i forvejen og i den aktuelle situation på Kalvebod Syd er vindressourcen bedst tæt på motorvejen p.gr.a. åbningen ned mod Køge Bugt. Isafkast fra møllevingerne er et sikkerhedsforhold som bør vurderes nærmere. Sandsynlighed for at isafkast kan ramme motorvejen vurderes dog som minimal. Hvis det vurderes som et problem kan møllerne standses i perioder med risiko for overisning.

Afstandskrav til motorveje fra udlandet fremgår som eksempel af bilag 10.

Hvis en nærmere vurdering af trafiksikkerheden giver anledning til problemer kan vindmøllerne flyttes længere væk fra motorvejen. Afhængig af hvor langt møllerne flyttes væk kan det begrænse antallet af møller på placeringen.

### **Skyggekast**

Skyggekast på boliger er ikke begrænsende, idet nærmeste boliger ikke vil få skyggekast.

### **Visualisering**

Placeringen af 4 møller på Kalvebod Syd vil være et markant landskabselement set fra Hvidovre Kommune og fra Amager siden. For at kunne vurdere dette nærmere er der efter aftale med kommunen lavet en visualisering.

Visualiseringen viser oplevelsen fra motorvejsbroen lige på grænsen til Amager. Herfra er vindmøllerne mest markante, men indgår i et landskab, hvor man på modsatte side af broen oplever Avedøreværket og vindmøllerne ved værket. Vindmøllerne står parallelt med diget og stien på diget, som man kan se bliver benyttet rekreativt. Vindmøllerne forhindrer ikke denne udnyttelse, men står som et letopfatteligt, markant landskabselement, der har monumental karakter. I lighed med Middelgrunden og Avedøreværket fremhæver den storbyens energibehov og viser, at en del af opfyldelsen af behovet kan ske med vedvarende energi. Vindmøllerne opleves her sammen med de mange nye, markante byggerier i storbyerne, der er store forbrugere af energi. Det rekreative område er under omdannelse, naturen er ikke nærværende i denne stribe land mellem motorvejen og diget ud mod Kalvebodløbet.

Se også nedenstående fotomontage og tilhørende bilagsrapport med visualisering



Fotomontage 3. De 4 vindmøller på Kalvebod Syd set fra motorvejen. Fra visualiseringen.

### Nettilslutning

Møllerne kan nettilsluttes uden problemer. Det er netselskabet, som skal føre elnettet frem til vindmølleområdet. Dette vil ske fra et sted, hvor netselskabet finder det mest hensigtsmæssigt jævnfør bilag 4.

Dong energy skriver at "2 møller kan tilsluttes det eksisterende 10 kV net i området. De resterende skal tilsluttes 10 kV på Ørestand transformerstation, Edvard Thomsens Vej 4. Afhængig af tilslutningspunktets placering vil tracelængden være ca. 3 km. Det kan eventuelt være relevant at lave et længere trace for at undgå krydsning af motorvejsudfletningen."

### Økonomiberegning

Økonomien er beregnet på en opstilling af 4 møller med en navhøjde på 89 meter og en rotordiameter på 120 meter i år 2011.

**Anbefaling**

Det anbefales at kommunen arbejder videre med planlægningsgrundlaget for placeringen af 4 store møller med en navhøjde på 89 meter og en diameter på op til 120 meter. Kommunen kan medtage en 5 vindmølle, som en mulighed i den videre planlægning.

Såfremt der mod forventning ikke kan opnås en dispensation for det højdebegrænsende plan fra lufthavnen kan navhøjden sænkes til 80 meter, eller der kan vælges mindre vindmøller. En mere detaljeret vurdering af trafiksikkerheden kan tilsige en større afstand til motorvejen. Dette vil begrænse placeringsmulighederne i området.

**7.6 Damhusåen****Forslag**

Den indledende screening af Damhusåen viser, at der alene vil kunne være plads til relativt små vindmøller i området. Der er vurderet nærmere på en placering af 2 stk. 850 kW Vestas vindmøller.

**Støj**

Støjbekendtgørelsen skal overholdes i nærmeste støjfølsomme område, som er kolonihaven "Bergmanns HF", 400 meter øst for de eksisterende vindmøller. Områdets vestlige afgrænsning ligger op til Hvidovre kommune og ved placering i den vestlige del vil boligområderne i Hvidovre Kommune blive nærmeste støjfølsomme område. Ved placering af 2 stk. 850 kW Vestas vindmøller er den beregnede støj 45 dB(A) i kolonihaven "Bergmanns HF". Dermed kan støjbekendtgørelsen ikke overholdes på det beregnede projekt og området er ikke analyseret nærmere i dette screeningsprojekt.

Der skal regnes mere nøje på støjforholdene for at afgøre, om det er muligt og realistisk at opsætte mere støjsvage vindmøller i området.

**Kalvebodkilefredningen**

Kyststrækningen i området er en del af Kalvebodkilefredningen. De nuværende vindmøller står inde på området og er dermed ikke placeret på det fredede område.

Formålet med Kalvebodkilefredningen er gengivet i afsnit 7.5 og den fulde tekst fremgår af bilag 8. Dette kommenteres ikke nærmere her jævnfør ovenstående støjproblem.

**Strandbeskyttelseslinje**

Strandbeskyttelseslinjen er rykket 300 meter ind fra kysten i år 2000. De nuværende vindmøller ligger derfor indenfor den gældende strandbeskyttelseslinje, og evt. kommende nye møller vil også ligge indenfor strandbeskyttelseslinjen. Der skal søges dispensation fra strandbeskyttelseslinjen i tilfælde af, at vindmøller skal placeres i området.

**Natura 2000 området**

Damhusåen ligger udenfor Natura 2000 området. Nærhed til Natura 2000 området er dog stor, og effekten af dette bør vurderes i det videre arbejde, såfremt støjforholdene tillader dette.

**Højdebegrænsende plan fra Københavns Lufthavn**

Området ligger udenfor det højdebegrænsende plan.

**Skyggekast**

Skyggekast er ikke beregnet, da støjbekendtgørelsen som udgangspunkt ikke kan overholdes.

**Nettilslutning**

Møller kan nettilsluttes uden problemer. Det er netselskabet, som skal fører elnettet frem til vindmølleområdet. Dette vil ske fra et sted, hvor netselskabet finder det mest hensigtsmæssigt jævnfør bilag 4.

Dong energy skriver at *"Den eksisterende mølle er tilsluttet til 10 kV på Vigerslev transformerstation, Vigerslev Allé 153. Såfremt en udvidelse af kapaciteten overskrider overføringsevnen i det eksisterende net, kan en ny radial komme på tale. Tracelængde ca. 3,5 km."*

**Anbefaling**

Som nævnt kan støjbekendtgørelsen ikke overholdes på de beregnede 850 kW vindmøller, og det anses derfor for udelukket at placere større møller i området. Det anbefales, at kommunen ikke arbejder videre med planlægningsgrundlaget for placeringen af større møller i området.

**7.7 Nordhavnen Offshore**

Screeningen har ikke vist nogen begrænsninger på området generelt, udover det visuelle, fremtidige anvendelsesmuligheder og besejlingen i området. Dog vil der være stor nærhed til sejlrenden til og fra Københavns Havn nordfra og miljøforhold, så som påvirkning af vandgennemstrømningen i Øresund. Dette vil kræve yderligere analyser, men umiddelbart forhindrer det ikke en placering her.

Placeringen af 5 eller flere møller i nordøstlig retning vil være et markant landskabs-element. Set fra de nærmeste kystområder vil det være stor visuel udfordring at indpasse flere nye vindmøller, udover de 4 foreslåede, som allerede indgår i screeningen af Nordhavnsområdet. En offshore placering skal i givet fald ses i sammenhæng med placeringen i Nordhavnen og på Middelgrunden. Vores foreløbige visuelle vurdering viser, at det bliver for rodet, hvis der både opstilles vindmøller i Nordhavnen og Nordhavnen Offshore, og endvidere udsyn til møllerne på Middelgrunden.

Vindressourcen er ikke særlig god i Nordhavnen offshore set i forhold til andre offshore placeringer. Se også mere om dette i tabel 8.1. Vindressourcen er kun lidt bedre end Nordhavnen på land. Hertil kommer, at det er meget dyrere at sætte møllerne offshore. Der er foretaget økonomiberegning for illustration af dette forhold.

**Nettilslutning**

Møllerne kan nettilsluttes uden problemer. Det er netselskabet, som skal fører elnettet frem til vindmølleområdet. Dette vil ske fra et sted, hvor netselskabet finder det mest hensigtsmæssigt jævnfør bilag 4.

Nettilslutningen af offshore vindmøller høre under Energinet.dk. Energinet.dk skriver, at *"det vil være teknisk-økonomisk naturligt at tilslutte Middelgrunden og Nordhavnen vha. et eller højst to 30 kV kabler i DONG/KE's net"*.

**Økonomiberegning**

Økonomien er beregnet på en opstilling i 2011.

**Myndighed**

Energistyrelsen er myndighed for havvindmølleparker i danske farvande. I den seneste havvindmølle kortlægning er der ikke peget på Nordhavn Offshore som en mulighed. Det må derfor forventes, at det kræver en ganske stor drivkraft at gå videre med denne placering.

**Anbefaling**

Det anbefales, at kommunen ikke arbejder videre med at skaffe planlægningsgrundlag for placeringen af vindmøller i området Nordhavnen offshore. Anbefalingen bygger på de visuelle problemer i samspillet med de andre vindmøller i området samt, at der ikke kan skabes et økonomisk rentabelt projekt i området.

**7.8 Middelgrunden Offshore Nord**

Screeningen har ikke vist nogen begrænsninger på området generelt, udover det visuelle, de fremtidige anvendelsesmuligheder og besejlingen i området. Ved en placering mellem de nuværende vindmøller på Middelgrunden og Middelgrundsfortet vil der være stor nærhed til sejlrenden i Hollænderdybet, ligesom det vil begrænse sejladsen generelt i området. Der er stor trafik i sejlrenden Hollænderdybet (50.000 fartøjer pr. år) og på tværs til og fra Københavns Havn. Vi er bekendt med en række skibskollisioner i området, bl.a. har der været en direkte påsejling af Middelgrundsfortet. Vanddybderne er ca. 6-8 meter i området. De nuværende vindmøller på Middelgrunden ligger på lavere vand (3-5 meter) og er derfor bedre beskyttede mod skibskollisioner end denne nye placering.

**Begrænset plads**

Afstanden mellem den nordlige vindmølle på Middelgrunden og Middelgrundsfortet er ca. 1,4 km. Middelgrundsfortet er fredet og kan betragtes som rekreativt område med støjfølsom arealanvendelse. Minimumsafstanden vil da være ca. 800 meter til fortet, og der ville derfor kun kunne opstilles 1 eller 2 store møller i forlængelse af buen på Middelgrunden.

**Nettilslutning**

Møllerne kan teknisk nettilsluttes, men det vil ikke være samfundsøkonomisk fornuftigt. Det er netselskabet, som skal føre elnettet frem til vindmølleområdet. Dette vil ske fra et sted, hvor netselskabet finder det mest hensigtsmæssigt jævnfør bilag 4. Nettilslutningen af offshore vindmøller hører under Energinet.dk. Energinet.dk skriver, at *"det vil være teknisk-økonomisk naturligt at tilslutte Middelgrunden og Nordhavnen vha. et eller højst to 30 kV kabler i DONG/KE's net"*.

**Økonomiberegning**

Et projekt med kun 1-2 store vindmøller vil ikke være økonomisk realistisk. Der er lavet økonomiberegning for illustration af dette forhold. Denne placering er derfor ikke vurderet nærmere i den videre proces.

Økonomien er beregnet på en opstilling i 2011.

**Myndighed**

Energistyrelsen er myndighed for havvindmølleparker i danske farvande. I den seneste havvindmølle kortlægning er der ikke peget på Middelgrunden Offshore Nord som en mulighed.

**Anbefaling**

Det anbefales, at kommunen ikke arbejder videre med at skaffe planlægningsgrundlag for placeringen af vindmøller i området Middelgrunden Offshore Nord. Anbefalingen bygger på de visuelle problemer i samspillet med de andre vindmøller i området, samt at der ikke kan skabes et økonomisk rentabelt projekt i området.

**7.9 Saltholm Flak Offshore**

Screeningen har ikke vist nogen begrænsninger på området generelt udover det visuelle, de fremtidige anvendelsesmuligheder, besejlingen i området, fiskeriinteresser og nærhed til fuglebeskyttelsesområdet på Saltholm

**Forslag**

Området rummer mulighed for en større havmøllepark eksempelvis 20-50 store vindmøller med en samlet effekt på 80-200 MW. Denne størrelse vurderes som en minimumsstørrelse for fremtidens havvindmølleparker. Der er vurderet nærmere på en møllepark med 30 store møller i området for at vise at det er muligt at forsyne København med en større andel af vindkraftproduceret elektricitet fra nærområdet.

**Visuelt og VVM**

Området blev vurderet som alternativ til placeringen på Middelgrunden i forbindelse med VVM-redegørelsen for vindmølleparken på Middelgrunden i 1998 [13]. Visualiseringerne er gengivet som bilag 14. Visuelt blev placeringen vurderet "mindre forstyrrende" primært pga. den større afstand på 5-9 km fra kysten. Fra Flak Fortet vil det dog blive et dominerende landskabeligt element. Da den tidligere visualisering blev foretaget i 1998 var møllerne 100 meter høje. De nye højere møller og det større antal møller, som nu er aktuelle, vil dog gøre mølleparken mere synlig end det tidligere projekt.

**Sejlladssikkerhed**

VVM-redegørelsen fra 1998 konkluderede, at kollisionsrisikoen var den samme som på Middelgrunden, men på grund af den større vanddybde kan skader være tilsvarende større.

**Fuglebeskyttelsesområdet på Saltholm**

Placeringen på Saltholm Flak ligger udenfor Natura 2000 området omkring Saltholm. Nærhed til Natura 2000 området er dog stor, og det bør vurderes, om vindmøller kan have en effekt ind i området i det videre planlægnings- og VVM arbejde. Dette vil bero på en vurdering af effekten på de konkrete arter i området. Forudsætningen for en godkendelse er at det dokumenteres at møllerne ikke har en effekt ind i Natura 2000 området.

**Fiskeriinteresser**

Der er fiskeriinteresser i området, som kan blive påvirket. Erfaringen fra Middelgrundens Havmøllepark viser dog, at fiskeriet kun blev begrænset i anlægsperioden alene, og fiskeriet har efterfølgende kunnet forsætte som tidligere selvfølgelig med undtagelse af de enkelte fundamentsplaceringer.

**Miljøforhold**

Andre miljøforhold, som påvirkningen af vandgennemstrømningen i Øresund, flora og fauna i området, sedimentbevægelser og marinearkæologi, bør vurderes nærmere, men ingen blokerende forhold er identificeret.

**Områdets størrelse, vanddybder m.v.**

Området afgrænses sydpå af fuglebeskyttelsesområdet og af Flak Fortet og mod øst og vest af de to sejlrender, som går på langs af Øresund på den danske og henholdsvis svenske side af Øresund. Området rummer m.a.o. mulighed for en større havmøllepark eksempelvis 20-40 store vindmøller med en samlet effekt på 80-160 MW. Denne størrelse vurderes som en minimumsstørrelse for fremtidens havvindmølleparker.

Vanddybderne er 5 til 13 meter i området, hvilket gør området egnet for placering af offshore vindmøller.

**Myndighed**

Energistyrelsen er myndighed for havvindmølleparker i danske farvande. I den seneste havvindmøllekortlægning er der ikke peget på Saltholm Flak som en mulighed. Det må derfor forventes, at det kræver en ganske stor drivkraft at gå videre med denne placering.

**Nettilslutning**

Møllerne kan nettilsluttes uden problemer. Hvis området godkendes til placering af vindmøller er det netselskabet, som skal fører elnettet frem til vindmølleområdet. Dette vil ske fra et sted, hvor netselskabet finder det mest hensigtsmæssigt jævnfør bilag 4.

Nettilslutningen af offshore vindmøller høre under Energinet.dk. Energinet.dk skriver, at *"Hvad angår Saltholm Flak kan denne park tilsluttes via enten 7-10 30 kV kabler, eller via et 132 kV kabel med en offshore platform ude ved parken. Ilandføringsanlægget vil sandsynligvis blive tilsluttet på Amagerværket eller Svanemøllerværket. Afstanden fra parken til tilslutningspunkterne på Amager koblingsstation eller Svane-mølle koblingsstation er ca. 9-10 km. Umiddelbart fremstår en 30 kV løsning mest økonomisk, idet en offshore 132/30 kV transformatorplatform er omkostningstung (skønsmæssigt 200 mio. kr. dyrere end et GIS anlæg inde på land)."*

**Økonomiberegning**

Økonomien er beregnet på en opstilling af 30 møller med en navhøjde på 89 meter og en rotordiameter på 120 meter i år 2011.

**Anbefaling**

Det anbefales, at kommunen arbejder videre med at tilvejebringe planlægningsgrundlaget for placeringen af en stor vindmøllepark med store vindmøller med en navhøjde på op til 90 meter og en diameter på op til 130 meter.



## 8 ØKONOMIBEREGNINGER

I det følgende er listet forudsætningerne for økonomiberegningerne:

### 8.1 Produktionsberegninger

Til produktionsberegningerne er der anvendt data fra den største vindmølle, som Siemens Windpower aktuelt kan levere. Det er en 3,6 MW mølle med en rotordiameter på 107 meter. Det er en af de største vindmøller, der har flere års driftserfaring. Den første udgave af 3,6 MW Siemens vindmøllen med en rotordiameter på 120 meter opstilles som nævnt på Avedøre Holme i efteråret 2009. Opstillingen af vindmøller i København forudsættes tidligst påbegyndt i 2011-2012. På dette tidspunkt forventes der at være tilstrækkelig driftserfaringer med en rotordiameter på 120 meter, hvorefter møllen kan frigives til normalt kommercielt salg. Møllen med en rotordiameter på 120 meter har et areal som er 26 % større end møllen med rotordiameter på 107 meter. Produktionen fra typen med en rotordiameter på 120 meter er derfor potentielt op til 26 % større end de beregnede produktioner. Når vi i vores anbefalinger peger på at der bør planlægges for den store rotordiameter på 120 meter, er det netop fordi der kan opnås en betydelig større elproduktion med den store rotordiameter på 120 meter. Økonomisk er der også et potentiale for at gøre projekterne mere rentable med en rotordiameter på 120 meter.

Vestas har en vindmølle som er næsten lige så stor, d.v.s. med en rotordiameter på 112 meter. Denne type forventes tilsvarende at have tilstrækkelig driftserfaringer i år 2011-12, og vil helt på linje med Siemens møllen være en relevant type at vælge.

| Navn                       | Mølle effekt kW | Rotordiameter meter | Antal møller | Park effekt MW | Produktion fuldlast timer | Parkproduktion MWh pr. år |
|----------------------------|-----------------|---------------------|--------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
| Nordhavnen - Nordligt dige | 3,6             | 107                 | 4            | 14,4           | 2417                      | 34.800                    |
| Prøvestenen                | 3,6             | 107                 | 2            | 7,2            | 2319                      | 16.700                    |
| Lynetten                   | 3,6             | 107                 | 4            | 14,4           | 2104                      | 30.300                    |
| Kalvebod Syd               | 3,6             | 107                 | 4            | 14,4           | 2347                      | 33.800                    |
| Saltholm Flak offshore     | 3,6             | 107                 | 32           | 115            | 3096                      | 356.000                   |
| Nordhavn Offshore          | 3,6             | 107                 | 5            | 18             | 2761                      | 49.700                    |
| Middelgrunden Offshore     | 3,6             | 107                 | 2            | 7,2            | 2930                      | 21.100                    |

Tabel 8.1 Beregnede energiproduktion i Wind-Pro baseret på 3,6 MW møller med rotordiameter på 107 meter angivet i fuldlast timer og MWh pr. år.

### 8.2 Anlægs økonomiske forudsætninger

I rapporten "The Economics of Wind Energy" udgivet af EWEA fra marts 2009 [6] er der lavet prisscenarier over den fremtidige prisudvikling for anlægsinvesteringer i vindkraft både for landplaceringer og offshore. I figur 8.2, 8.3 og 8.4 er gengivet grafer fra EWEC rapporten. I figur 8.2 fremgår den af EWEA/RISØ/DTU [6] antagne prisudvikling. Det ses, at der i perioden 2007 og frem til 2015 forventes et prisfald.

Et prisfald på 8-15 % på vindmøller er faktisk konstateret i branchen i løbet af 2009. I branchen er der eksempler på en pris på 7500 kr/kW for en vindmølle, hvilket igen ligger på niveau med prisforudsætningerne i denne rapport.

I figur 8.3 ses de totale investeringsomkostninger i vindkraftprojekter i europæiske lande i år 2006. Det kan bemærkes, at Danmark i 2006 havde det laveste omkostningsniveau af alle de sammenlignede lande.

Investeringen i denne rapport er beregnet til 10.280 kr./kW på et "normal projekt" på over 10 MW opført i 2011. Alle projekter er således beregnet, som om de etableres i 2011 med produktionsstart i 2012. Det har ikke været muligt at fastlægge etableringsåret med stor sikkerhed. For at gøre beregningerne sammenlignelige har vi derfor forudsat samme etableringsår. I praksis kan etableringsdatoen blive forskellig, men det tager beregningerne ikke hensyn til.

Investeringen er beregnet ud fra de gennemsnitlige europæiske priser i år 2006 [6] (omregning med 1 euro=7,45 danske kr.), og der er regnet med prisstigning på 3 % i år 2007 til 2009 og 0 % i de følgende år, dvs. 2010 og 2011. At der er regnet med "europæiske priser" skyldes, at forskellen til de tidligere lavere danske priser i mellemtiden er indsnævret. Danmark er blevet en del af det europæiske og globale marked for vindkraft, hvorfor vi har sat prisen derefter. De lave prisstigninger på 0-3 % svarer til forventningerne i markedet og denne tendens er styrket af den globale finansielle krise.

På Prøvestensprojektet, der er mindre end 10 MW, er der regnet med et pristillæg på 10 %. På de andre projekter er der regnet med 10.280 kr./kW.

Vi har ligeledes priserfaringer fra egne projekter, som underbygger disse prisforudsætningerne.

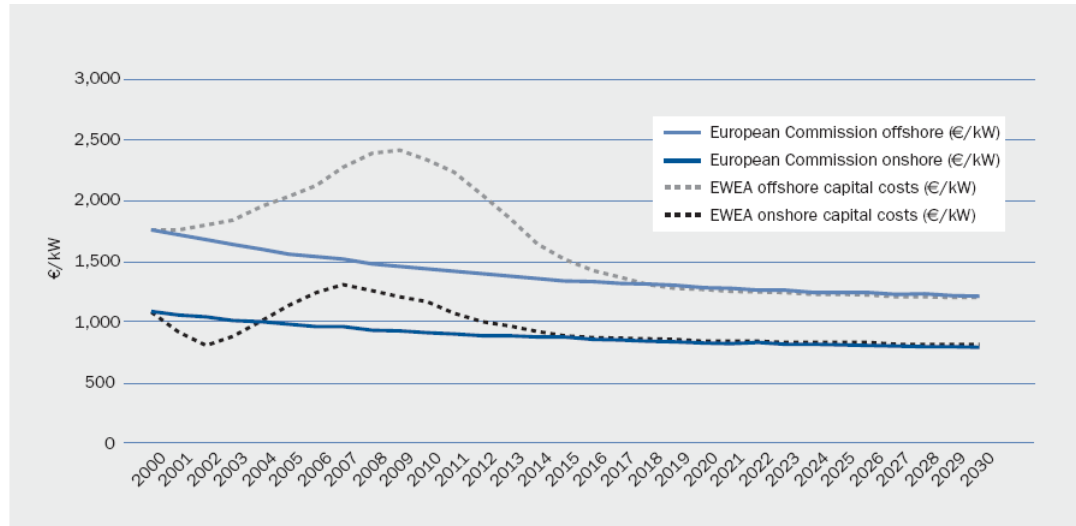
Investeringen kan deles op i anlægskomponenter, hvilket fremgår af figur 8.5. Den procentmæssige fordeling kommer fra kilde [6] og er dækkende for en europæisk gennemsnitbetragtning. Af figur 8.5 ses, at 75% af projektets samlede pris dækker vindmøllen. Den dominerende omkostningsfaktor er derfor vindmøllens pris. Konkret projekter vil ofte afvige fra den normale fordeling angivet i tabel 8.5. De tre andre store udgifter (nettilslutning, jordleje og fundament) kan i konkrete projekter udgøre en større andel af de samlede udgifter. Disse poster er afhængige af lokale forhold og i konkrete projekter er det derfor vigtigt at have fokus på disse udgiftsposter.

### **Offshore placeringer**

Prissætningen på offshore vindmøller er afhængig af flere forhold end vindmøller på land. En meget væsentlig prisforudsætning er vindmølleparken samlede effekt, idet der er relativt større opstartsomkostninger offshore. Vi har ud fra de allerede nævnte kilder samt egne erfaringer prissat projekterne til mellem 19.370 til 24.500 kr./kW. Offshore priserne er dermed 88-238 % dyrere end på land. De høje priser på 24.500 kr./kW er vurderet på mindre offshore projekter, men det må bemærkes, at der er meget stor usikkerhed på prissætningen af de aktuelle meget små offshoreprojekter. Eneste mulighed er formentlig, hvis anlægsarbejdet kan udføres som en "sideproduktion" i forbindelse med andre større havvindmølleprojekter. Den lavere pris på 19.370 kr./kW anvendes for et større projekt på Saltholm Flak. Der er stor usikkerhed på prissætningen på dette foreløbige projektgrundlag.

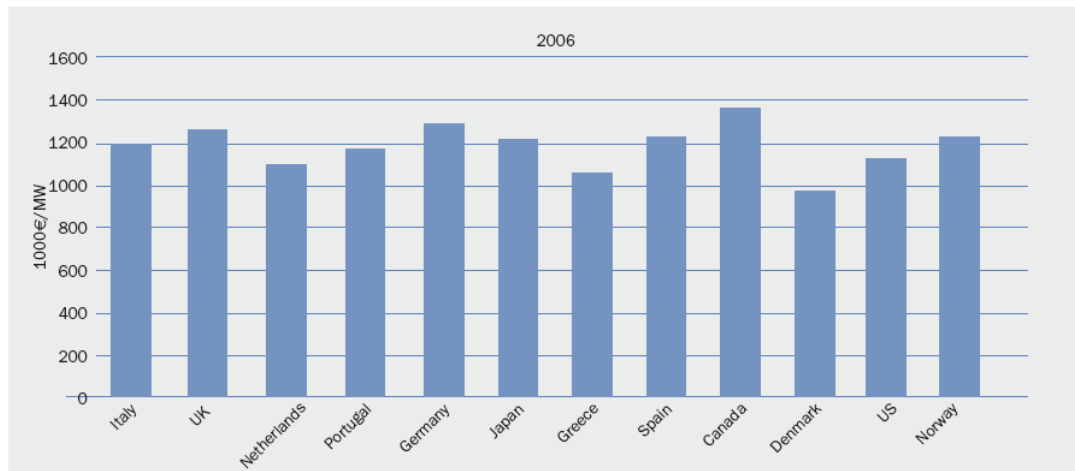
De samlede anlægøkonomiske overslag på de enkelte mølleparker fremgår af tabel 8.6.

I bilag 13 er priser, der anvendes i dette arbejde, sammenlignet med prissætninger fra andre kilder i perioden i år 2007 til år 2013.



Source EWEA, 2007

Figur 8.2. Europa kommissionen/EWEA antagelser om fremtidens prisudvikling for land- og offshore vindkraft. [6]



Source: Risø DTU

Figur 8.3 Total investeringsomkostninger i vindkraftprojekter på land i europæiske lande i år 2006. Det kan bemærkes at Danmark har det laveste omkostningsniveau af alle de sammenlignede lande [6].

|                       | INVESTMENT<br>(€1,000/MW) | SHARE OF<br>TOTAL<br>COST % |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Turbine (ex works)    | 928                       | 75.6                        |
| Grid connection       | 109                       | 8.9                         |
| Foundation            | 80                        | 6.5                         |
| Land rent             | 48                        | 3.9                         |
| Electric installation | 18                        | 1.5                         |
| Consultancy           | 15                        | 1.2                         |
| Financial costs       | 15                        | 1.2                         |
| Road construction     | 11                        | 0.9                         |
| Control systems       | 4                         | 0.3                         |
| <b>TOTAL</b>          | <b>1,227</b>              | <b>100</b>                  |

Note: Calculated by the author based on selected data for European wind turbine installations

Tabel 8.4 Europæisk omkostningsstruktur regnet i 1000 euro/MW i typisk 2 MW vindmølle i 2006 placeret på land [6].

| Anlæg           | %    | Kr/kW  |
|-----------------|------|--------|
| Vindmølle       | 75,6 | 7.781  |
| Nettilslutning  | 8,9  | 906    |
| Jordleje        | 6,5  | 402    |
| Fundament       | 3,9  | 671    |
| El-installation | 1,5  | 151    |
| Konsulent       | 1,2  | 126    |
| Finansiering    | 1,2  | 126    |
| Veje            | 0,9  | 92     |
| Kontrolsystem   | 0,3  | 34     |
| I alt           | 100  | 10.288 |

Figur 8.5. Anlægsinvesteringen for landplaceret vindmølle i 2011, som forudsat i denne rapport. Her er investeringen delt op i anlægskomponenter i %, samt i Kr/kW. Den procentmæssige fordeling på anlægskomponenter følger [6], se også tabel 8.4.

| Navn                   | Mølle effekt kW | Antal møller | Park effekt MW | Anlægsinvestering Kr pr. kW | Anlægsinvestering Mio. kr |
|------------------------|-----------------|--------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|
| Nordhavnen             | 3,6             | 4            | 14,4           | 10.280                      | 148                       |
| Prøvestenen            | 3,6             | 2            | 7,2            | 11.300                      | 81                        |
| Lynetten               | 3,6             | 4            | 14,4           | 10.280                      | 148                       |
| Kalvebod Syd           | 3,6             | 4            | 14,4           | 10.280                      | 148                       |
| Saltholm Flak offshore | 3,6             | 32           | 115            | 19.370                      | 2.231                     |
| Nordhavn Offshore      | 3,6             | 5            | 18             | 24.500                      | 441                       |
| Middelgrunden Offshore | 3,6             | 2            | 7,2            | 24.500                      | 176                       |

Tabel 8.6 Anlægsøkonomiske forudsætninger på de enkelte mølleparker anvendt i denne rapport.

### 8.3 Driftsøkonomiske forudsætninger

Projekterne regnes normalt at have en økonomisk levetid på 20 år. I praksis kan møllerne realistisk producere el i en længere periode op til 25-30 år. I de aktuelle projekter er der usikkerhed om vindmøllerne kan få lov at stå 25-30 år og der er derfor regnet med en økonomisk levetid på 20 år.

For at kunne lave økonomiberegning over de næste 20 år må der antages en el-pris i perioden. Elprisen er sat til en markedspris svarende til Nord Pool uvægtet som forudsat i Energistyrelsen prognose for perioden 2012-2030 [12]. Markedspris varierer i området 0,42-0,50 kr/kWh i denne 20 års periode. Prisforudsætningen år for år fremgår af bilag 12. Prisen er forudsat både på land og offshore placeringerne. Oven i el-markedsprisen regnes tillægget på 0,25 kr/kWh i de første 22.000 fuldlasttimer jævnt før gældende afregningsregler.

Som følsomhedsberegning er regnet med en lavere el-markedspris svarende til Energistyrelsens prognose for Nord Pool uvægtet minus 20 %.

Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger for landplaceringer er beregnet til 0,075 kr/kWh i de første 2 år, og efter de første 2 års fri service er der regnet med 0,10 kr/kWh plus en indeksregulering på 3% frem til år 20.

Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger offshore er beregnet 20 % højere end på landplaceringerne, dvs. til 0,09 kr/kWh i de første 2 år, og efter de første 2 års fri service er der regnet med 0,12 kr/kWh og en årlig stigning på 3 % frem til år 20.

### 8.4 Resultat af økonomiberegninger

Med de nævnte økonomiske forudsætninger er investeringen beregnet, investeringen pr. kWh og Interne renter, som angivet i tabel 8.8.

Som følsomhedsberegning er angivet Interne renter ved en lavere el-markedspris svarende til Energistyrelsens prognose for Nord Pool minus 20 %, som angivet i tabel 8.8.

| Navn                        | Park effekt MW | Anlægsinvestering Mio. kr | Parkproduktion MWh | Investering kr/kWh | Intern Rente % Nord Pool | Følsomhed Nord Pool – 20 % Intern Rente % |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---|
| Nordhavnen - Nordligt dige  | 14,4           | 148                       | 34.800             | 4,25               | 10,3                     | 7,0                                       |
| Prøvestenen                 | 7,2            | 81                        | 16.700             | 4,86               | 8,0                      | 5,1                                       |
| Lynetten                    | 14,4           | 148                       | 30.300             | 4,88               | 8,5                      | 5,5                                       |
| Kalvebod Syd                | 14,4           | 148                       | 33.800             | 4,37               | 9,9                      | 6,7                                       |
| Saltholm Flak offshore      | 115            | 2.231                     | 356.000            | 6,27               | 2,9                      | -0,4                                      |
| Nordhavn Offshore           | 18             | 441                       | 49.700             | 8,87               | -0,9                     | -   |
| Middelgrunden Nord Offshore | 7,2            | 176                       | 21.100             | 8,34               | -0,6                     | -   |

Tabel 8.8. Beregnede mølleparker. Anlægsinvestering, energiproduktion, investering pr. kWh og intern rente, samt følsomhedsberegning ved 20 % lavere markedspris på el.

### 8.5 Vurdering af forudsætninger og beregningerne

Produktionen, investeringsomkostningen, forventede driftsomkostninger og den forventede indtægt på kWh-prisen på elproduktionen er de væsentligste forudsætninger for en vurdering af økonomien.

Der er lavet et prisoverslag på et "normalt" vindmølleprojekt i København. Der er regnet med den samme investering pr. MW på Nordhavnen, Lynetten og Kalvebod Syd, og en lidt højere investering på Prøvestenen grundet projektets mindre størrelse.

Investeringsomkostningen må betragtes som overslag på det foreløbige foreliggende grundlag. Projekterne er kun screenet i dette arbejde, og placeringerne er kun indledningsvist undersøgt, hvorfor der kan opstå uventede omkostninger, når placeringerne bliver bedre belyst. Desuden er der usikkerhed om de fremtidige priser på vindmøller, finanskrisens betydning mv. Der kan meget vel tænkes en positiv fremtidig prisudvikling dvs. faldende priser på vindmøllerne, som vi har set i 2009. Desuden kan vi forestilles os en vis prestige ved opstilling af vindmøller på disse meget synlige københavnske placeringer, hvilket ligeledes kan medvirke til lavere priser. Men der kan også tænkes en mere prisugunstig udvikling end antaget.

I praksis vil mange forhold få indflydelse på de faktiske investeringsomkostninger. Disse forhold er eksempelvis faktiske møllepriser, projekternes endelige størrelse, antal møller, valg af type/produkt/fabrikant, jordleje, adgangsforhold og vejanlæg, funderingsforhold, geoteknisk undergrund, nettilslutning, kvaliteten af de projektforberevende undersøgelser, myndighedsproces, myndighedskrav og godkendelser, lokale forhold mv. Alle disse forhold spiller en rolle for den endelige pris og kan dermed også give større forskelle i investeringer pr. MW end indregnet i disse økonomivurderinger. De valgte investeringsomkostninger bør derfor alene ses som foreløbige og det mest rimelige bud på dette tidlige projektudviklingsstadium.

De nye afregningsregler i Danmark fastlægger salgsprisen for nye vindmøller til at være markedspris + 25 øre/kWh i 22.000 fuldlasttimer. Tilskuddet i 22.000 fuldlasttimer betyder, at landplaceringerne med en aktuel produktion på ca. 2.400 fuldlasttimer, vil få ca. 9,2 år med pristillægget på 25 øre/kWh. Markedsprisen har ligget på 20-26 øre/kWh i 2002-2005 og var 34,9 øre/kWh i 2006, 23,4 øre/kWh i 2007 og 41,5 øre/kWh i 2008. Gennemsnitlig markedspris i 2006 til 2008 var dermed 33,3 øre/kWh.

I beregningerne er forudsat Energistyrelsens prognose for Nord Pool uvægtet gennemsnit som el-markedspris, se også bilag 12. Denne el-markedspris varierer i området 0,42-0,50 kr/kWh i projektets 20 årlige levetid. Samlet indtægt bliver 67- 70 øre/kWh inkl. tillægget på 25 øre/kWh. Efter ca. 9 år forsvinder tillægget, og der afregnes alene til markedspris. Dette er vores bedste bud på en forventet afregning i møllernes levetid. Den reelle afregningspris bliver - specielt efter udløbet af tillægget på 25 øre/kWh - alene afhængig af markedsprisen på el og markedsprisen kan blive anderledes end forudsat. Det er derfor vigtig bemærke, at markedsprisen indgår i afregningen allerede fra starten, og den vil have stor indflydelse på rentabiliteten i et virkeligt projekt.

Endelig vil fremtidige ændrede vedligeholdelsesomkostninger spille ind på rentabiliteten.

Som det ses af ovenstående, er der mange parametre, som kan spille ind på rentabiliteten, og beregningerne må derfor tages med det forbehold at de er udarbejdet i en tidlig screeningsfase. Det anbefales derfor alene at bruge beregningerne som sammenligningsgrundlag og ikke som grundlag for en endelig investering.

## 9 VE-LOVEN

Den 1. januar 2009 trådte den nye VE-lov i kraft. Den har fire væsentlige regler med betydning for opstilling af vindmøller.

### Værditabserstatning

Ejendomme som mener de vil få et værditab, kan søge om erstatning for tabet. Hvis tabet udgør under 1 % af ejendomsværdien, bortfalder erstatningen. Vindmølleopstilleren er forpligtiget til at annoncere og afholde et informationsmøde om reglerne for erstatning i høringsfasen for kommuneplantillægget med tilhørende VVM-redegørelse. Mødet skal afholdes senest 4 uger før høringsfasen udløber. Ejendomsbesidderne skal gøre krav gældende overfor Energinet.dk senest ved udløbet af høringsfasen. En uafhængig kommission vil vurdere værditabet, med mindre der i løbet af 4 uger efter høringsfasen er indgået en frivillig aftale med vindmølleopstilleren.

Det bør præciseres, at der for de konkrete placeringer i denne rapport, ikke er foretaget en vurdering af, om der er grundejere, der vil kunne gøre et værditab gældende og hvor stort det i givet fald vil kunne være. Hvis der i givet fald blev fastsat et værditab skal udgiften lægges oven i etableringsomkostningerne.

### Udbud af andele

Fastboende indenfor en radius på 4,5 km skal tilbydes andele i de kommende vindmøller svarende til mindst 20 % af den beregnede produktion på vindmøllerne. Hvis andelene ikke bliver afsat, kan alle fastboende i kommunen erhverve andele. Hvis disse heller ikke bliver solgt gælder, at vindmølleopstilleren selv kan eje eller sælge andelene til anden side. Ordningen administreres af Energinet.dk.

**Grøn ordning**

For hver MW der opstilles, indgår der 88.000 kr i en pulje, der tilhører den kommune, hvor vindmøllerne opstilles. Som eksempel vil 4 stk. 4 MW vindmøller ved Kalveboderne medføre, at der overføres 1.408.000 kr til den grønne pulje. Kommunen kan sammen med lokale anvende pengene til projekter, der fremmer accepten af vindmøller og vedvarende energi generelt, eller til kompenserende foranstaltninger for vindmøllernes gener. Det kan være kulturelle formål, grønne tiltag og meget mere. Ordningen administreres af Energinet.dk.

**Garantifond**

Vindmøllelaug med mindst 10 medlemmer kan søge en lånegaranti på op til 500.000 kr til forarbejderne til et vindmølleprojekt. Ordningen administreres i lighed med de øvrige af Energinet.dk.

**10 ANBEFALINGER TIL PROJEKTUDVIKLINGEN**

Forslag til en mulig tidsplan fremgår af tabel 10.

**Planproces**

Der er afsat 12-18 måneder til planprocessen.

Planproces mulighed nr.1: Det er muligt at køre de 4 planprocesser (temaplan, kommuneplan tillæg, VVM-redegørelsen og lokalplan) samtidig, evt. med igangsætning af temaplanen først. Alle dokumenter kan med fordel udarbejdes parallelt, således at der kun skal være én høringsfase for det enkelte projekt (udover debatfaserne vedr. temaplanen). Herved opnås den hurtigste planproces med to debatfaser og en høringsproces.

Planproces mulighed nr.2: Almindeligvis startes den kommunale planlægningsproces med en temaplan for vindmøller. Når der er udlagt områder til vindmøller i kommuneplanen, kan planlægningen for enkeltområder gå i gang. Det vil tage længere tid at afslutte temaplanen helt for derefter at starte op på hver placering igen. For enkeltområderne skal der udarbejdes kommuneplantillæg med tilhørende VVM og lokalplaner med miljøredegørelse. Efter endelig godkendelse af projektet med VVM-tilladelse kan anlægsarbejdet sættes i gang.

**Projektudbud**

Der er afsat 1-3 måneder til projektudbud til 3. part, såfremt kommunen ikke selv ønsker at være bygherre. Potentiel bygherre er energiselskaberne, private projektudviklere eller lokale vindmøllelaug.

**Forundersøgelser og projektering**

Derefter er der afsat 3-6 måneder til forundersøgelser og projektering. I denne fase skal projektet detailplanlægges og optimeres. Eksempelvis projektering af fundament, undersøge de geotekniske forhold, adgangsforhold i anlægsfasen m.v.

**Bygge udbud**

I bygge udbuddet sker Indhentning af priser og tilbud på alle entrepriser. Til udbuddet er afsat 3-6 måneder.

**Byggeri**

Endelig skal projekterne bygges, hvilket der er afsat 6-12 måneder til.



### Samlet tidsplan

Den korteste periode for opstilling af vindmøller inkl. planprocessen i det enkelte område er anslået til 25 måneder. Dette er en ambitiøs tidsplan, hvor der ikke er plads til forsinkelser. Der bør nævnes, at planerne såvel som de konkrete tilladelser og dispensationer kan påklages, hvilket de erfaringsmæssigt ofte bliver. Det kan forsinke processen ganske meget.

Planlægning af faser forudsættes desuden at foregå optimalt og hver fase skal forberedes i den foranliggende fase. Maksimalt burde det kunne gøres på 45 måneder. Dog gælder dette ikke på Lynetten, hvor de eksisterende vindmøller først kan udskiftes i 2016-18. Forudsat at planlægningsgrundlaget på Lynetten er på plads i 2018 kan der stå nye møller 6-12 måneder derefter. Tilsvarende er tidsplanen ikke på plads i Nordhavnen.

Ansøgning om dispensationer fra Kalvebodkilefredningen, samt lufthavnens højdegrænseplan forudsættes ikke at medføre forsinkelser. Disse ansøgninger om dispensationer bør igangsættes snarest muligt, således at forholdene afklares tidligst muligt i processen.

| Måneder                          | 3 | 9-15 | 1-3 | 3-6 | 3-6 | 6-12 |
|----------------------------------|---|------|-----|-----|-----|------|
| Temaplan                         |   |      |     |     |     |      |
| VVM                              |   |      |     |     |     |      |
| Kommuneplan tillæg               |   |      |     |     |     |      |
| Lokalplan                        |   |      |     |     |     |      |
| Projektudbud til 3.part          |   |      |     |     |     |      |
| Forundersøgelser og projektering |   |      |     |     |     |      |
| Bygge udbud                      |   |      |     |     |     |      |
| Byggeri                          |   |      |     |     |     |      |

Tabel 10. Anslået mulig tidsplan

### Intelligent projektudvikling

Det anbefales, at kommunen igangsætter en "intelligent projektudvikling". "Intelligent projektudvikling" kan være med til at forbedre projekternes økonomi og vurderes som en vigtig forudsætning for projekternes realisering.

En engageret og dedikeret bygherre anses som en vigtig forudsætning for realisering af projekterne. Kommunen kan vælge selv at være bygherre på projekterne, eller projekterne kan udbydes til andre interesserede. Her kan peges på de tidligere, positive samarbejder mellem energiselskaberne og lokale vindmøllelaug, som har stået bag Avedøre vindmøllerne i 1991, Lynetten vindmøllerne i 1996, Middelgrundens havvindmølle i 2001 samt de nye møller på Avedøre Holme, som opstilles i 2009. Den mulighed falder godt i tråd med kravene i VE-loven, se tidligere afsnit.

Økonomien i landprojekterne vurderes rentabel, men desværre ikke i den bedste ende. Det vurderes at det vil være svært at få energiselskaber eller udviklere til at bygge disse projekter, idet deres investeringer i alternative projekter, der f.eks. ligger på bedre vindplaceringer i Jylland, vil have en bedre rentabilitet.

Afregningsreglerne er de samme, uanset hvem der er bygherre jævnfør "Bekendtgørelse om nettilslutning af vindmøller og pristillæg for vindmølleproduceret elektricitet m.m." [9]. Det gælder også ved placering offshore. Afregningsreglerne er nævnt i afsnit 8.3 Driftsøkonomiske forudsætninger. Afregningsregler har derfor ingen indflydelse på hvordan og hvilken bygherre, som har bedst mulighed for at realisere projekterne. Forskellige bygherrer kan have forskellige udviklingsmodeller, kapitalforhold, skatforhold m.v. Disse forskellige økonomiske grundvilkår kan betyde forskelle i ønsker og muligheder for at realisere projekterne.

Hvis kommunen ønsker at fremme etableringen af vindmøller på nogle af de nævnte placeringer, er det vores klare anbefaling, at det er vigtigt at få sat planlægnings- og myndighedsprocessen i gang. Denne proces kan fjerne usikkerheder og dermed klarlægge og billiggøre projekterne. Når der først ligger et myndighedsgodkendt projektgrundlag, vil det være lettere at få projekterne sat i gang. Og måske kan projekter, som i dag ikke ser specielt rentable ud, gøres interessante alligevel.

Der skal også peges på, at det vil have stor betydning, på hvilken måde man inddrager offentligheden og borgerne i processen. Det kan anbefales, at interesserne på de enkelte områder kortlægges, og at dialog med alle involverede parter startes op tidligst muligt i processen. Hvordan og hvornår projekt ideerne/forslagene offentliggøres, er også meget vigtigt.

Ved "intelligent projektudvikling" kan der potentielt spares penge, ved at vindmølleprojekterne integreres naturligt i de enkelte områders udvikling. "Intelligent projektudvikling" kan også optimere projekterne på områder som f.eks., at fjerne barriere i den tidligere udviklingsfase, optimal tidsplan, myndighedskrav til projekterne, planlægning af fundering, adgangsforhold i anlægsfasen og senere i driftsfasen mv. Alle forhold som vil få betydning for projekternes endelige økonomi.

F.eks. kan fundamenterne billiggøres hvis de indgår så tidligt som muligt i planlægningen af digebyggeriet i Nordhavnen, og det samme kan være tilfældet på Lynetten, Prøvestenen og Kalveboderne. Tilsvarende kan bedst mulige anlægs- og adgangsveje sikres, jo tidligere det indgår i planlægningen hos grundejerne. Råderummet i forbindelse med anlægsarbejdet er også en meget vigtig faktor. F.eks. adgangsrettigheder og hvordan området må bruges i anlægsfasen. Formel og uformel kontakt og dialog kan etableres med grundejerne og med andre interessenter i områderne. Dette kan ske inden planprocessen og dermed være med til at forbedre projektforslagene. Tilsvarende dialog kan oprettes med netselskabet, således at kommende vindmølleprojekter kan indpasses i netstrategien for området.

### **Offshore placeringer**

De små beregnede offshore placeringer er næppe økonomisk realisable med mindre der tænkes kreativt i forbindelse med andre store havvindmølleprojekter. Eksempelvis hvis produktionen af fundamenterne kan ske i forbindelse med et større offshore projekt og dermed billiggøres. Et fortilfælde er set på Sprogø projektet. Her opstilles 7 stk. 3 MW vindmøller offshore nord for Sprogø i Storebælt i efteråret 2009 af Sund og Bælt. Fundamenter produceres i Polen som en sideproduktion i f.h.t. Rødsand 2 projektet. Rødsand 2 er et offshore projekt på 207 MW som opstilles syd for Lolland.

På Samsø har kommunen deltaget aktivt i udviklingen og ejerskabet af Samsø Havvindmøllepark. Se nærmere beskrivelse i bilag 11. Erfaringerne kan måske gøre gavn i Københavns Kommune.

**11 REFERENCER**

- [1] Københavns Kommune. Lokalplan nr. 326
- [2] Københavns Kommune. Udvidelse af Københavns Nordhavn og ny krydstogtterminal. VVM-redegørelse og miljøvurdering. Marts 2009.
- [3] Avedøre Holme. Vurdering af virkning på miljøet. VVM-redegørelse juni 2008. Dong Energy
- [4] Evaluation of power production from an offshore wind farm at Middelgrunden. Risø June 1999.
- [5] World Market Update 2008. Forecast 2009-2013. International Wind Energy Development. BTM Consult Aps. Marts 2009
- [6] The Economics of Wind Energy. Søren Krohn, Poul-Erik Morthorst, Shimon Awerbuch. EWEA. Marts 2009.
- [7] Samtale mellem forfatteren og Poul-Erik Morthorst den 24. juni 2009.
- [8] Brev den 3/2-09 fra Udviklingselskabet By & Havn.
- [9] "Bekendtgørelse om nettilslutning af vindmøller og pristillæg for vindmølleproduceret elektricitet m.m.". Økonomi- og Erhvervsministeriet, den 15. december 2004.
- [10] Store vindmøller i det åbne land – en vurdering af de landskabelige konsekvenser. Miljøministeriet, januar 2007.
- [11] Mundtlig oplysning fra Siemens Windpower, konsulent Carl Jensen den 20/6-09.
- [12] Energistyrelsens samfundsøkonomiske priser på el og fjernvarme fra april 2009. Fra [www.ens.dk](http://www.ens.dk).
- [13] Vindmøllepark på Middelgrunden II. Æstetisk vurdering og visualisering. April 1998. Middelgrundens Vindmøllelaug og Københavns Belysningsvæsen.
- [14] The wind resource at Middelgrunden. Risø september 1999.