

Københavns Kommune

**Screening af mulige  
havvindmølleområder i  
Øresund**

Teknisk rapport

April 2010

COWI

COWI A/S

Parallelvej 2  
2800 Kongens Lyngby

Telefon 45 97 22 11  
Telefax 45 97 22 12  
[www.cowi.dk](http://www.cowi.dk)

Københavns Kommune

## **Screening af mulige havvindmølleområder i Øresund**

Teknisk rapport

April 2010

Dokumentnr. p-73058-02  
Version 2.0  
Udgivelsesdato 29. april 2010

Udarbejdet UVA, ERP, JK, SAJ, SBJ, LOP, HEGL, JNLP  
Kontrolleret FLLS, SIA, SBJ, ERP, CRJ, MAV; HTR  
Godkendt UVA

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Indledning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Sammenfatning</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Udvælgelse af lokaliteter</b>	<b>16</b>
3.1	Metode	16
3.2	Bruttoliste	16
<b>4</b>	<b>Vurdering af de mulige placeringer</b>	<b>19</b>
4.1	Hydrografi, vandkvalitet og morfologiske forhold	19
4.2	Bundvegetation og fauna, fisk, havpattedyr og fiskeriinteresser	32
4.3	Fugle og Natura 2000-områder	44
4.4	Marinarkæologi	54
4.5	Råstofinteresser og klappladser	56
4.6	Sejladsmæssige forhold, kollisionsrisiko, VTS-systemet og skibsovervågning	58
4.7	Søkabler	70
4.8	Luffart	71
4.9	Rekreative forhold	71
4.10	Landskabelige forhold og visuelle effekter	73
4.11	Vindressourcer	76
<b>5</b>	<b>Foreløbige projektbeskrivelser</b>	<b>78</b>
5.1	Forudsætninger	78
5.2	Vindfarm scenarier	79
5.3	Nettilslutning	85
5.4	Køge Bugt	86
5.5	Aflandshage	90
5.6	Nordre Flint	91
5.7	Nivå Flak	92

<b>6</b>	<b>Økonomi</b>	<b>95</b>
6.1	Anlægsøkonomiske forudsætninger	96
6.2	Samlet anlægsbudget	98
6.3	Drift økonomiske forudsætninger	99
6.4	Rentabilitet	99
<b>7</b>	<b>Referencer</b>	<b>102</b>

# 1 Indledning

## Baggrund

En samlet borgerrepræsentation vedtog i august 2009 Københavns Kommunes Klimaplan. Planen indeholder 50 konkrete initiativer, som skal opfylde Københavns målsætning om 20 % CO<sub>2</sub>-reduktion i perioden 2005-2015. Planen indeholder en ambition om, at København skal være CO<sub>2</sub>-neutral i 2025.

For at nå målsætningerne i klimaplanen ønsker Københavns Kommune at gennemføre en indledende screening af mulige havvindmølleplaceringer i Øresund nær København.

For at opfylde Klimaplanens målsætninger skal der produceres ca. 450 GWh i 2015 om året og 1272 GWh om året i 2025. Hvis man antager, at der vil være ca. 4.000 fuldlasttimer, betyder dette opstilling af ca. 30 havvindmøller (3,6 MW installeret effekt) frem til 2015 og yderligere 58 møller i perioden frem til 2025, hvis det samlede behov skal dækkes med havvindmøller. Københavns Kommune ønsker også at indgå samarbejder med andre kommuner om landbaserede vindmøller uden for København. Det betyder, at havvindmøllerne ikke nødvendigvis skal dække det fulde behov.

## Formål

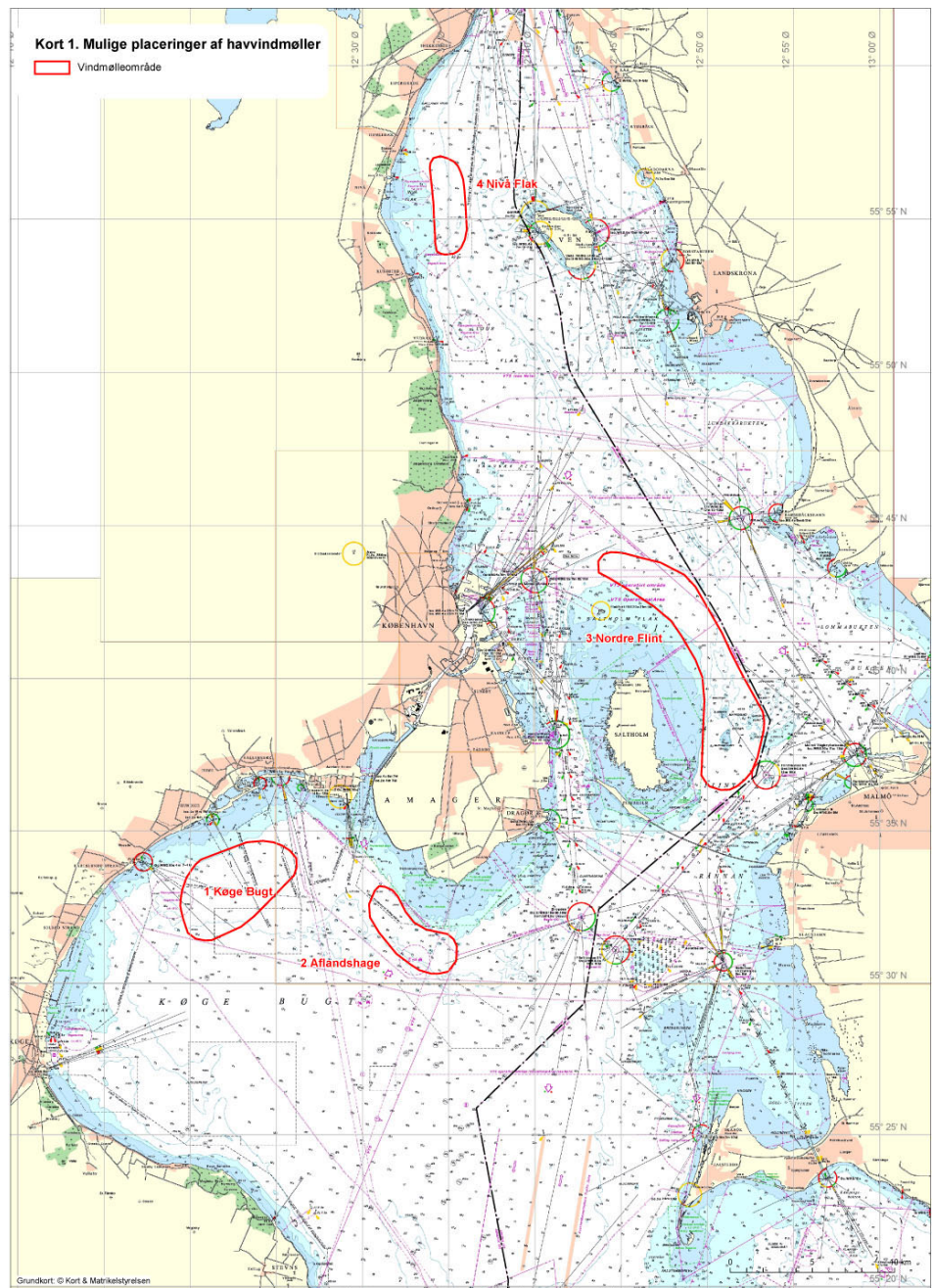
Formålet med denne screening er at udvælge mulige placeringer af havvindmøller i Øresund nær København.

Ved udvælgelsen skal der tages hensyn til vandgennemstrømning, geologi, miljøforhold, sikkerhed i forhold til skibstrafik, fiskeri- og råstofinteresser samt vindressourcer. Herved sikres, at den fremtidige udbygning med havvindmøller ikke kolliderer med andre væsentlige samfundsinteresser.

Den mulige produktion fra havvindmøllerne er estimeret for at belyse mulighederne for at spare CO<sub>2</sub> og dermed leve op til målsætningerne i klimaplanen.

Endelig er der lavet overslag over omkostningerne i forbindelse med anlæg og drift af vindmøllerne.

## 2 Sammenfatning



Figur 2.1 Forslag til placeringer af havvindmøller i Øresund.

De områder, der er udvalgt, er prioriteret efter samfundsmæssige interesser f.eks. hensyn til sejlads, fiskeri, natur, landskab, råstofindvinding foruden de forventede omkostninger til nettransmission, etablering og drift af havvindmølleparkerne. Fire områder er udvalgt som resultat af screeningen, se Tabel 2.1 og Figur 2.1.

Tabel 2.1 Mulige områder for placering af af havvindmøller.

Nr	Navn	Areal (ha)	Afstand til land (m)	Vand dybde (m)	Max antal møller	Årsmiddel-vindhastighed (m/s)
1	Køge Bugt	2848	2200	6-11	46	7,6
2	Aflandshage	1421	3000	6-10	24	7,9
3	Nordre Flint	4539	9000	6-12	93	7,9
4	Nivå Flak	1048	2000	6-14	23	7,5

Vindressourcerne på alle de mulige områder vil overordnet set være sammenlignelige med vindressourcerne ved Middelgrunden. Generelt set vil vindressourcerne være bedst på lokaliteter, hvor afstanden til land mod vest/sydvest er størst.

Der er valgt en referencevindmølle, der er kommercielt tilgængelig som offshore mølle og som er velegnet til de vindforhold, der er i Øresund. Møllens navhøjde er 95 m, rotordiameteren 112 m, totalhøjde 150 m og installeret effekt 3 MW. Møllerne foreslås placeret efter følgende retningslinjer:

- Møllerne placeres i parallelle rækker der er svagt buede. Denne formation giver erfaringsmæssigt et harmonisk udseende af mølleparken
- Rækkerne orienteres i videst muligt omfang vinkelret på den dominerende vindretning med henblik på at minimere lævirkning møllerne imellem, dvs. rækkerne orienteres NV-SØ under hensyntagen til områdets form
- Afstanden mellem møllerækker er ca. 10 gange rotordiameteren og afstanden mellem møllerne i rækkerne er ca. 4,5 gange rotordiameteren. Denne konfiguration giver en hensigtsmæssig udnyttelse af området, samtidig med at lævirkningen mellem møllerne er moderat.

Anvendes ovennævnte retningslinjer er det samlede antal mulige mølleplaceringer på de fire valgte områder som vist på Figur 2.3- Figur 2.6. Bruttoantallet af møller på de fire områder er i alt ca. 170 (se Figur 2.1), hvilket er mere end, der er behov for i forhold til klimaplanen. Ingen af områderne er dog store nok til alene at kunne rumme det nødvendige antal møller.

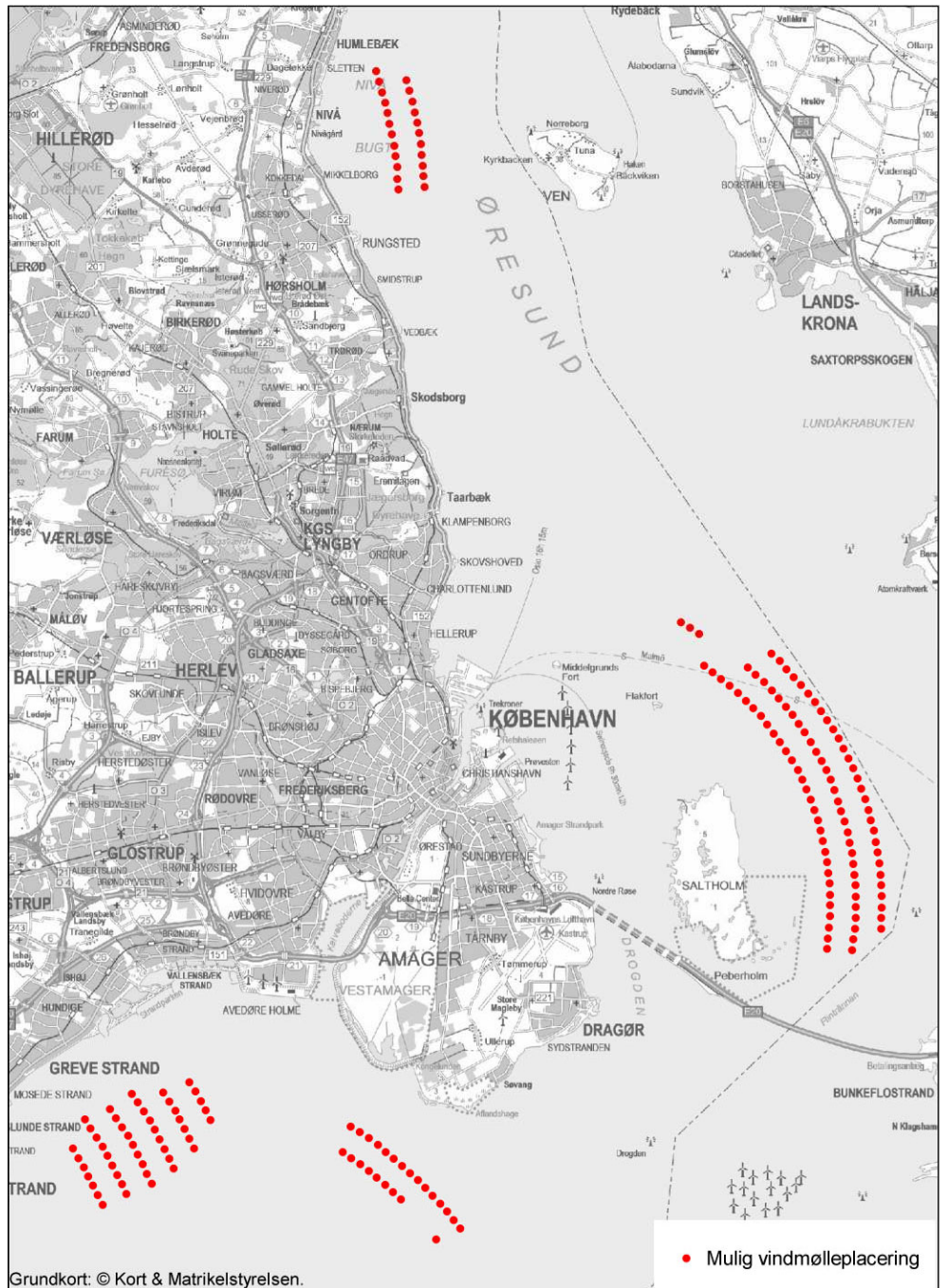
Årsproduktionen ved fuld udbygning af de fire områder er angivet i Tabel 2.2.

*Tabel 2.2 Ydelse for vindmølle parker installeret på de fire områder*

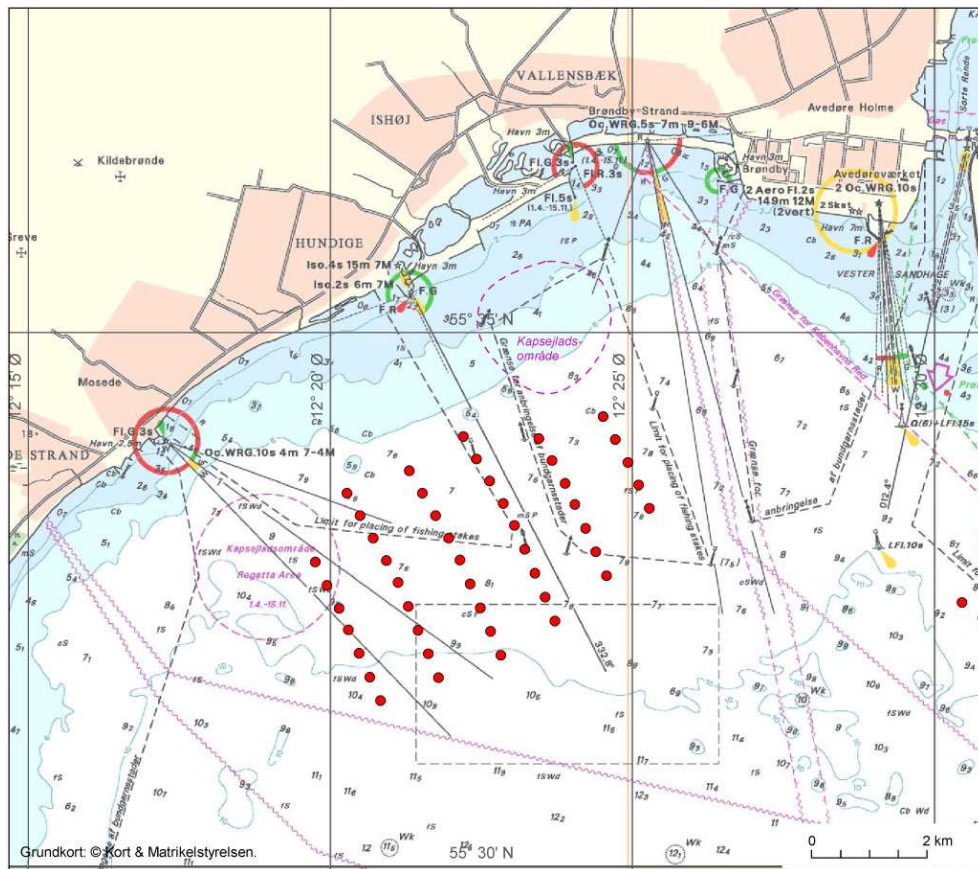
<b>Nr</b>	<b>Navn</b>	<b>Effekt MW</b>	<b>Netto årsydelse GWh/år</b>	<b>Fuldlast timer pr år Timer</b>	<b>Reduktion af CO<sub>2</sub> udledning Ton/år</b>
1	Køge Bugt	138	432	3134	221.008
2	Aflandshage	72	247	3431	126.217
3	Nordre Flint	279	926	3319	473.186
4	Nivå Flak	69	224	3241	114.260

Det totale potentiale på de fire områder er ca. 550 MW svarer til en samlet årsydelse af størrelsesordenen 1850 GWh/år. Potentialet for elproduktion med vindmøller på de fire områder, er større end målsætningerne i Kommunens klimaplan for energiproduktion med vedvarende energi. Det bemærkes også, at et enkelt område ikke er stort nok til at dække behovet.

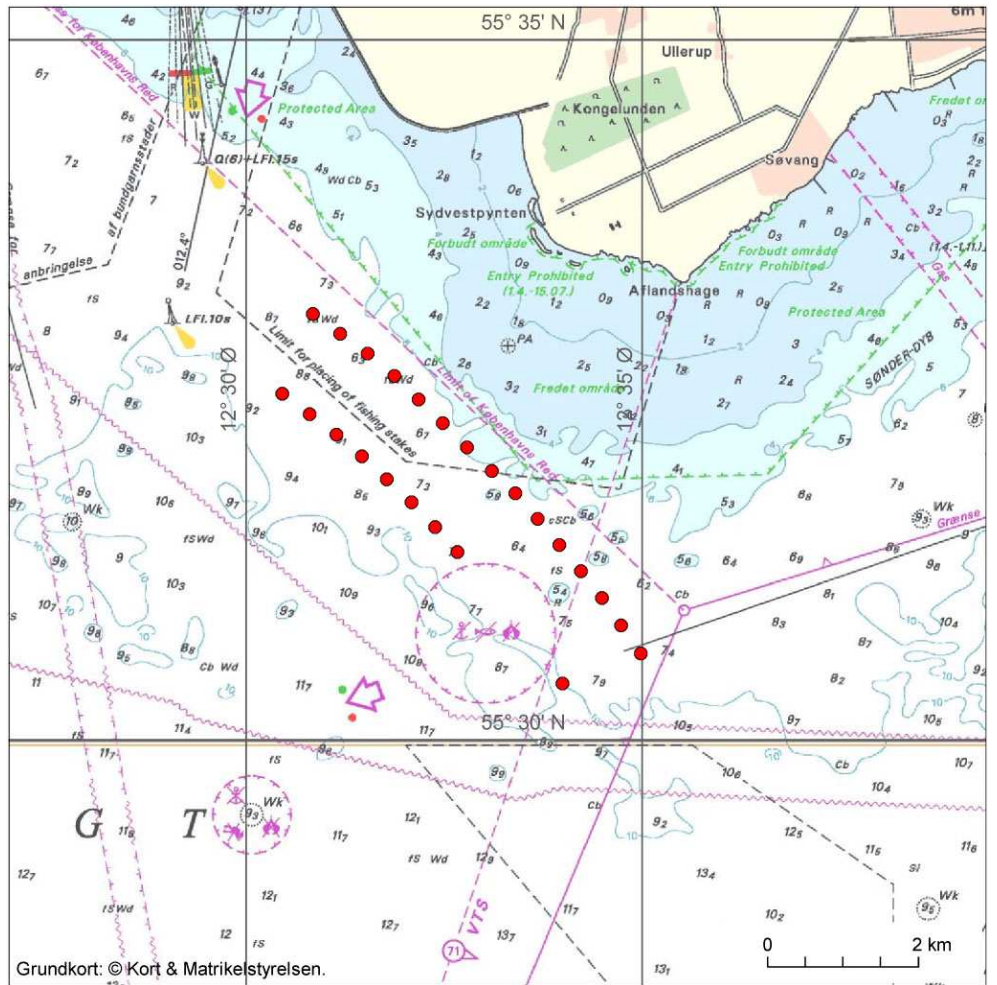




Figur 2.2 Mulige vindmølleplaceringer i Øresund. "Huller" i vindmøllerækkerne ved Aflandshage og Nordre Flint skyldes hhv. et område med rester af søminer mv. fra 2. Verdenskrig og tilstedeværelsen af søkabler.

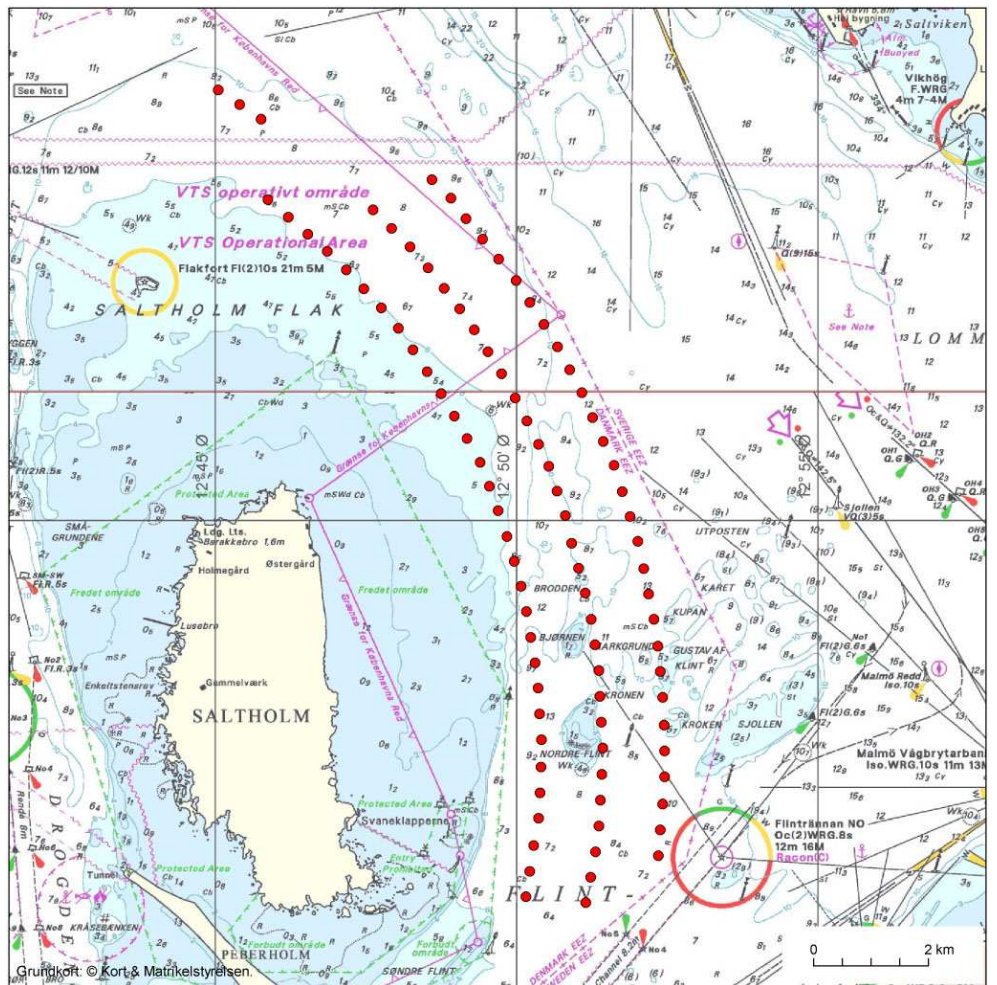


Figur 2.3 Kort over mulige vindmølleplaceringer i Område:1 Køge Bugt

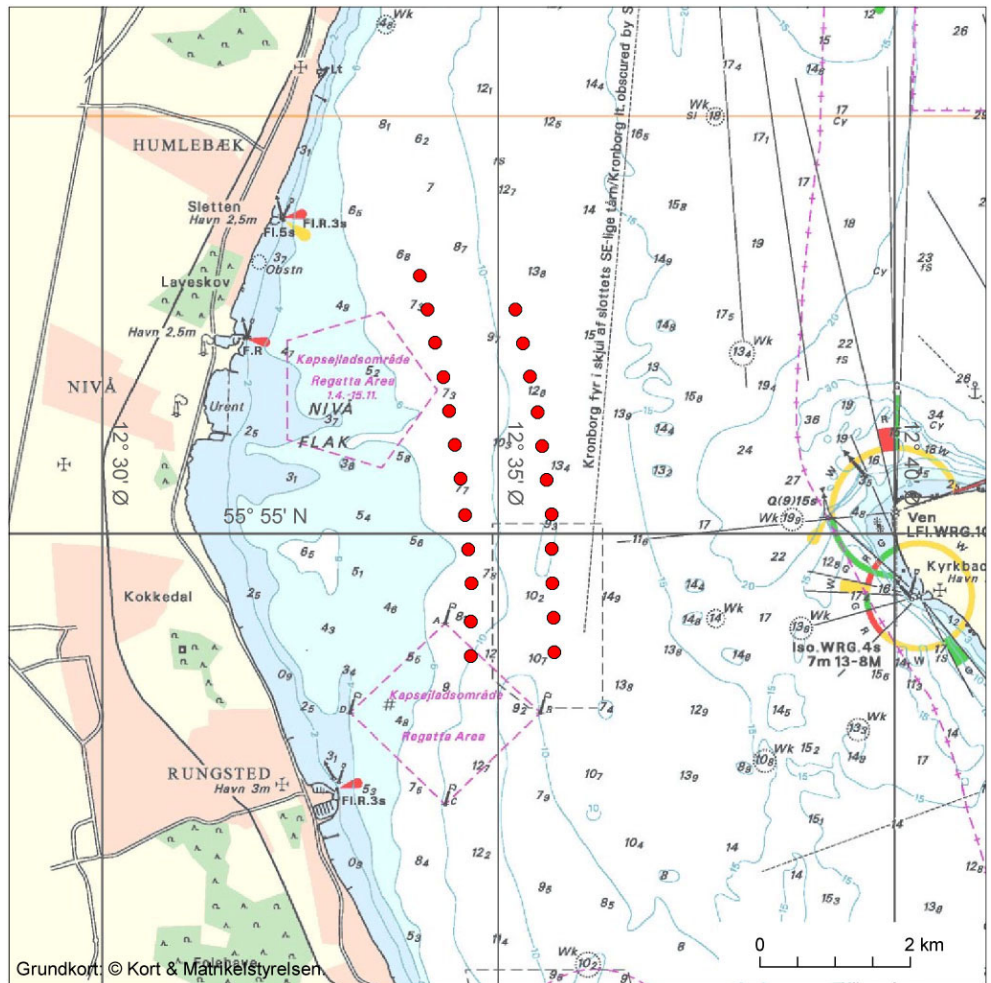


Figur 2.4 Kort over mulige vindmølleplaceringer i Område 2: Aflandshage.





Figur 2.5 Kort over mulige vindmølleplaceringer i Område 3: Nordre Flint.



Figur 2.6 Kort over mulige vindmølleplaceringer i Område 4: Nivå Flak.

#### Vurdering af miljø- og samfundsmæssige forhold i de 4 områder

Der optræder ikke så ekstreme forhold i vanddybder, strømningsforhold og bølger i Øresund og Køge Bugt, at havvindmøller ikke kan placeres.

Der er taget hensyn til, at vindmøllerne ikke placeres nærmere end 300 m spildevandsudløb. Vindmøller placeret i større afstand fra udløbspunktet af betydende spildevandsudledning vil ikke indvirke på spredningen af spildevandet i Øresundsområdet. Alle de undersøgte alternativer ligger mere end 3 km fra udløb af større spildevandsudledninger.

En del af den mængde sediment der afgraves til fundamentene vil spredes til omgivelserne, da det ikke er praktisk muligt at opsamle alt det afgravede materiale. Selvom mængderne vurderes at være ubetydelige i forhold til en påvirkning af flora og fauna, kan anlægsarbejdet medføre, at de finkornede dele af sedimentet transporteres ind over ålegræsområder, der ligger nær de foreslåede placeringssområder. Disse meget beskedne mængder vil kun have en temporær effekt. Der vil udover mulighed for lokal erosion/sedimentation omkring fundamentene ikke være nogen morfologisk påvirkning fra havvindmøllernes fundamenter.

Det er vurderet, at betonfundamenterne til vindmøllerne ved Køge Bugt, Af-landshage og Nivå Flak primært vil tildække sandbund med Macomasamfund (bundfauna bestående af østersømusling). Denne effekt må karakteriseres som værende ubetydelig, da disse samfund er de mest udbredte i Øresund. Det er vurderet, at vindmøllefundamenterne ved Nordre Flint vil tildække mindre arealer med tangskove, tætte blåmuslingebanker og områder med spredt forekomst af blåmuslinger. Effekterne vil være midlertidige og moderate. Hertil kommer at betonfundamenter og kabeloverlægning vil fungere som kunstige rev, idet de vil komme til at tjene som substrat for alger, blåmuslinger og anden epifauna. På vindmøllefundamenterne vil der etableres et fastsiddende lag af dyr (isæt blåmuslinger) og alger, som vil kompensere for de ødelæggelser, der sker ved anlægsarbejdet. Fundamenterne vil komme til at udgøre et værdifuldt stenrevs økosystem, der er mere sjældent forekommende end de samfund der ødelægges.

Overordnet vurderes det, at der kan etableres havvindmølleparker i alle fire foreslåede lokaliteter uden at bundvegetation, bundfauna, fisk og havpattedyr vil blive påvirket på længere sigt. Der kan opstå midlertidige marginale effekter i større eller mindre grad, som vil forsvinde efter nogle få år. Fiskeriinteresser kan blive påvirket i et ikke nærmere kendt omfang.

Risikoen fugles kollision med vindmøller i Øresund vurderes, at være størst for andefugle, særligt svaner og gæs, der trækker igennem Øresund eller bevæger sig mellem lokaliteterne i Øresund i lavere højder (0-200 m). Erfaringer fra fugleundersøgelserne ved vindmølleparkerne ved Horns Rev og ved Nysted viser, at risikoen for fuglenes kollisioner med vindmøllerne er meget lav. Erfaringerne viser også, at flere vandfuglearter helt undgår vindmølleparkerne, når disse er i drift. Det betyder, at møllernes tilstedeværelse kan reducere det areal, der er til rådighed til rast og fouragering.

Nordre Flint vurderes at være markant dårligere end de øvrige tre områder, fordi en placering her vil lægge beslag på et meget stort raste- og fødesøgningsområde. Alle negative påvirkninger af fugle indenfor den centrale del af Øresund omkring Saltholm vil udgøre en potentiel risiko for tilstanden af de pågældende Natura 2000-områder og dermed deres bevaringsstatus.

Ved placering af vindmøller ved Nordre Flint vil der i forbindelse med detailprojektering og anlæg af vindmøllerne skulle tages hensyn til marinarkæologiske forhold. Ingen af de øvrige placeringer vil indebære væsentlige konflikter med kendte marinarkæologiske fundsteder.

Ved udpegningen af vindmølleområderne er der taget hensyn til den mulige indvinding af råstoffer. Der er endvidere taget hensyn til klappladser, søkabler og andre tekniske anlæg. Vindmølleområderne er ikke i konflikt med højdebe-grænsningen omkring Københavns Lufthavn.

Vindmølleområderne er udvalgt, så de ikke er i konflikt med overordnede sejlrender og ruter som benyttes af erhvervstrafikken. For Nivå Flak, Nordre Flint

og især Aflandshage vil der dog blive tale om længere sejlruiter for en lille erhvervstrafik. Risikoen for kollision mellem erhvervstrafikken og vindmøllerne er for alle de betragtede områder acceptabel. På dette punkt er området Køge Bugt bedst, mens risikoen er større for Aflandshage, Nivå Flak og Nordre Flint. Rankingen for skibstrafik er opstillet ud fra de ovenfor omtalte gener for erhvervstrafikken og risikoen for kollision mod møllerne. Det gælder generelt, at trafikken til og fra vindmølleområderne vil være lille sammenlignet med den generelle trafik i Øresund selv i anlægsfasen, hvor trafikken til havvindmøllerne er væsentligt større end i driftsfasen. Forøgelsen i kollisionsrisikoen som følge af sejladsen til og fra vindmøllerne vil derfor generelt være lille i forhold til den nuværende kollisionsrisiko. Det er fundet at ingen af havvindmølleområderne vil give problemer for Sound VTS, der overvåger skibstrafikken i Øresund.

Vindmølleområderne vurderes ikke at påvirke mulighederne for friluftsjakter som havkajak og roning. Vindmøllerne vil kunne ses fra mange badestrande ved Øresund, men vil ikke medføre direkte konflikter med friluftsjakterne i disse områder. Vindmølleområderne er i alle tilfælde placeret så langt fra land, at de ikke vil påvirke badesikkerheden. Der er foretaget en vurdering af generne for fritidsbådsejladsen, som tyder på, at Aflandshage er bedst og Nivå flak dårligst.

Ved udvælgelsen af områderne er det tilstræbt at finde en balance mellem hensynet til vanddybder, nettilslutning og dermed anlægsøkonomi, trafik- og miljøforhold og den visuelle påvirkning set fra land. Der er således taget hensyn til øvrige karakteristiske landskabselementer, f.eks. indblik og udsigtszoner omkring havnene på Øresundskysten, offentlige tilgængelige områder på den danske kyst, kystområder med mange boliger, øvrige vindmøller i Københavnsområdet og Øresundsbroen. Det er så vidt muligt undgået at placere møllerne tættere på kysten end ca. 2 km. Møllerne vil dog være synlige i en afstand af op til 20 km.

### **Sammenligning af alternativer**

Alle de fire udvalgte områder vurderes at udgøre realistiske placeringsmuligheder for havvindmøller. Hvilke områder, der bør satses på i forbindelse med udbygningen af vindenergiforsyningen, er derfor i høj grad et politisk valg.

For enkelte områder kan der være interesser, der kan vanskeliggøre den videre planproces. Det gælder således hensynet til internationale fuglebeskyttelsesinteresser ved Nordre Flint, som vil kræve en Natura 2000 konsekvensvurdering i forhold til EF-fuglebeskyttelsesdirektivet.

*Tabel 2.3 Sammenligning af de undersøgte områder, vha. ranking af de 4 områder mht. forskellige interesser hvor, 1 er bedste, 4 er dårligste placering. I de tilfælde hvor forslagene er ligeværdige, er de tildelt samme rank.*

Område	Hydraulik	Marin biologi	Fugle	Marin arkæologi	Skibstrafik	Øvrige Tekniske anlæg	Visuelle forhold	Rekreative forhold
Køge Bugt	1	3	2	1	1	1	4	2
Aflandshage	2	2	3	1	3	3	2	4
Nordre Flint	4	4	4	3	4	4	1	1
Nivå Flak	3	1	1	1	2	2	3	3

### Økonomi

Denne screening omfatter vurdering af fem scenarier hvor energiproduktionen tilnærmelsesvis svarer til Kommunens mål for energiproduktion med vedvarende energi.

Anlægsbudget pr. MW er omtrent ens i de forskellige områder og svarer svarende til DKK 15 - 16 mio. pr. MW inkl. fundamenter og nettilslutning. Anlægsprisen er omtrent ens på de forskellige områder, fordi funderingsforholdene er ens og fordi afstanden til land er af samme størrelsesorden for de valgte områder.

Driftsomkostninger for en havvindmøllepark omfatter en række udgifter inklusiv udgifter til servicefartøj og havnefaciliteter. Driftsomkostningerne kan på grundlag af erfaringstal anslås at være af størrelsesordenen 3% pr. år af de samlede anlægsomkostninger.

Produktionsprisen for el produceret med de vurderede havmølleparkområder og -scenarier varierer fra 0,51 DKK/kWh til 0,55 DKK/kWh. Produktionspris og intern rente for hvert scenarie og for hver af de fire områder er summeret i Tabel 2.4.



Tabel 2.4 Sammenfatning af hovedtal for de vurderede optioner for vindmølleparker

Option Nr	Navn	Samlet effekt  MW	Netto årsydelse  GWh/år <sup>3)</sup>	Samlet investering  Mio DKK <sup>1)</sup>	Fuldlast timer pr år  Timer	Produktionspris  DKK/kWh <sup>2)</sup>	CO2 reduktion pr år  kTon/år	NPV  Mio DKK	Intern rente IRR  % <sup>2)</sup>
1	Scenario 1 Nordre Flint og Aflandshage	348	1162	5234	3340	0,522	594	-60	6,7
2	Scenario 2 Køge Bugt, Aflandshage, Nordre Flint	348	1165	5214	3347	0,520	595	-54	6,8
3	Scenario 3 Nivå Flak, Nordre	336	1102	5052	3279	0,520	563	-24	6,9
4	Scenario 4 Køge Bugt., Nivå Flak, Aflandshage, Nordre Flint	348	1146	5180	3293	0,534	586	-126	6,5
5	Scenario 5 Nordre Flint 4)	303	996	4476	3287	0,548	509	-260	5,9
6	Køge Bugt	138	432	2059	3134	0,554	221	-192	5,5
7	Aflandshage	72	247	1076	3431	0,506	126	-11	6,8
8	Nordre Flint	279	926	4173	3319	0,524	473	-175	6,5
9	Nivå Flak	69	224	1029	3241	0,535	114	-62	6,0

1) Eltilslutningspris til nærmeste punkt på land

2) Kalkulationsrente på 7 %

3) Kommunens mål 1272 GWh/år

4) Alle møller på Nordre Flint; tættere placering af møller

Scenarier 1-5 er opdelt i Faser i henhold til kommunens miljøplan for vedvarende energi.

## 3 Udvalgelse af lokaliteter

### 3.1 Metode

Undersøgelsesområdet i Øresund dækker den danske del af farvandet mellem Helsingør - Helsingborg og Stevns - Falsterbo.

Udvælgelse af mulige placeringer er sket på baggrund af eksisterende, tilgængelige data fra diverse publikationer og hjemmesider kombineret med specialistviden om de konkrete forhold i Øresund. Følgende kriterier er indgået i udvælgelsen af de mulige vindmølleplaceringer:

- Bundsedybder
- Vanddybder
- Hydrografi og vandgennemstrømning
- Natura 2000 områder
- Bundvegetation og bundfauna
- Overordnede trækruter for fugle
- Marinarkæologiske fundsteder
- Råstofinteresser
- Klappladser
- Udløb fra større kloakledninger
- Skibstrafik
- Luftfart
- Landskabelige og rekreative forhold
- Muligheder for fundering af havvindmøller
- Vindressourceforhold
- Nettetilslutningsmuligheder.

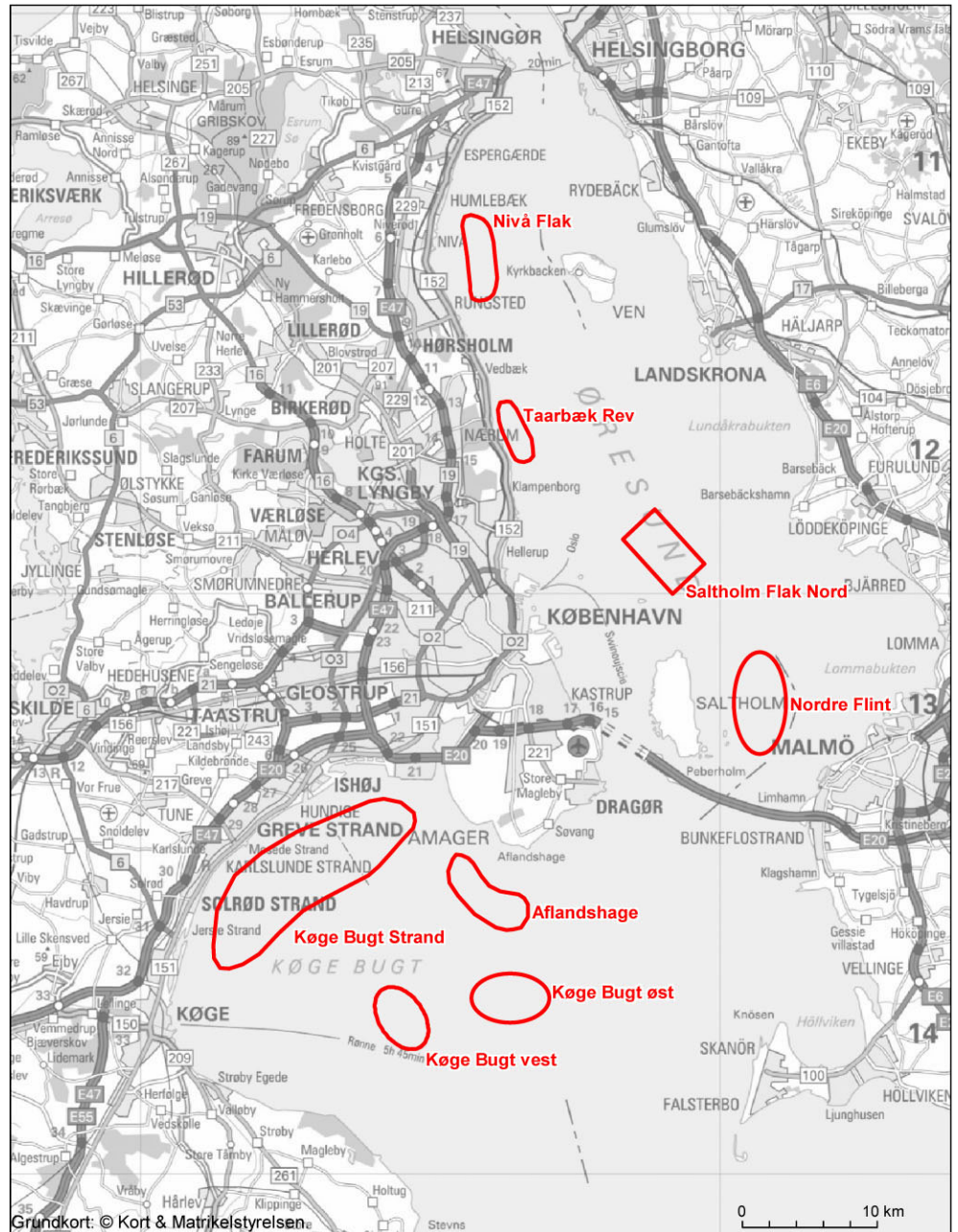
### 3.2 Bruttoliste

Følgende lokaliteter blev i første omgang udvalgt som resultat af screeningen:

- Nivå Flak
- Taarbæk Rev
- Saltholm Flak
- Nordre Flint
- Aflandshage
- Køge Bugt Øst
- Køge Bugt Vest

- Køge Bugt Strand

Lokaliteterne fremgår af oversigtskortet Figur 3.1.



Figur 3.1 Oversigt over områderne på bruttolisten.

Efter drøftelser mellem Københavns Kommune, Københavns Energi og COWI blev det besluttet at arbejde videre med følgende 4 placeringer:

- Køge Bugt
- Aflandshage
- Nordre Flint/Saltholm Flak
- Nivå Flak

De øvrige placeringer er fravalgt pga. følgende faktorer:

- Afsides beliggenhed i forhold til nettilslutning. Jo større afstand til kysten desto større omkostninger til nettilslutning.
- Visuelle påvirkninger set fra land.
- Nærhed til kysten kan være et problem i forhold til kystmorfologiske processer og i forhold til visuelle interesser. Et enkelt område var placeret kun ca. 500 m fra kysten.
- Omkostninger til fundering pga. havdybder. De foretrukne dybde er 4-10 m.
- Områdernes størrelse. Nogle af områderne var relativt små i forhold til mulighederne for at leve op til klimaplanens målsætninger.

## 4 Vurdering af de mulige placeringer

### 4.1 Hydrografi, vandkvalitet og morfologiske forhold

Havvindmøller vil i princippet kunne etableres hvor som helst i Øresund og Køge bugt, hvis alene de hydrografiske forhold betragtes. Der optræder ingen steder så ekstreme forhold i vanddybder, strømningsforhold og bølger at havvindmøller ikke kan placeres. Det samme gør sig gældende for vandkvalitet og morfologi, dog med det forbehold at nærhed til kysten kan få betydning.

#### 4.1.1 Metode

De hydrografiske forhold er beskrevet ved strøm- og bølgeforhold. De vandkvalitetsmæssige overvejelser begrænser sig til anlæggets effekt på større spilddevandsudledninger samt eventuelt sedimentspild fra gravearbejdet i anlægsfasen. De morfologiske forhold indeholder mulige interaktioner mellem havvindmøllerne og kystlinjeudvikling.

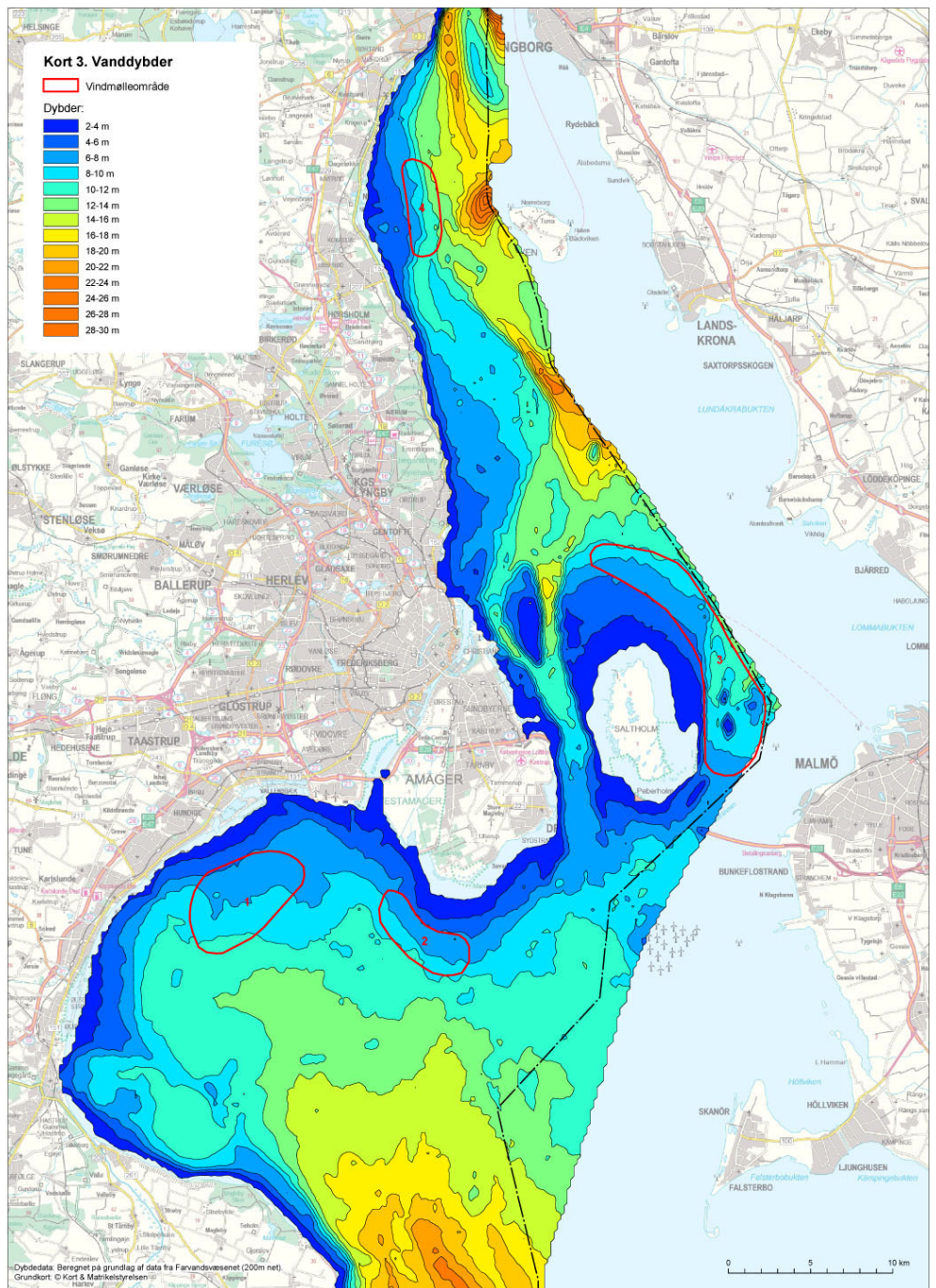
#### Hydrografi

Strømforholdene er vurderet ved hjælp af resultater fra den hydrodynamiske model (MIKE21) der foreligger for Øresundsområdet. Modellen har en grov opløsning (900x900m) og kan derfor kun bruges til at vurdere størrelsesordenen på strømhastigheden samt give overordnede strømningsmønstre.

Bølgeforholdene er beskrevet ved hjælp af modelresultater fra tilgængelige studier samt ud fra erfaringsværdier.

For hvert af de fire områder er den mulige blokerings effekt for vand og salt vurderet på en simpel måde. Det antages at blokerings effekten kan repræsenteres ved den arealmæssige blokering som fundamenterne til havvindmøllerne giver anledning til i det vandområde de placeres i.

Til den simple vurdering af den arealmæssige blokering er tværsnitsarealet af de enkelte fundamenter beregnet, og skaleret op til den samlede antal fundamenter. Der er anvendt en middelvanddybde på de fire lokaliteter, og der er taget hensyn til de dybder, der må afgraves før stenpude og fundament kan placeres. Resultaterne af blokeringen opgøres relativt på en skala fra 1 til 3 der således angiver uvæsentlig blokering (0), middel blokering (1), og høj blokering (2).



Figur 4.1 Kort over vanddybder i Øresund

**Vandkvalitet**

Vandkvaliteten opdeles i effekt på betydende spildevandsudledninger, og effekt fra eventuelt sedimentspild ved afgravning.

Der er ikke taget hensyn til spildevandsbelastningens størrelse og sammensætning. Der opdeles derfor i tre kategorier: 1) Ingen betydende spildevandsudledninger, 2) Betydende udledninger tilstede, men afstand hertil så stor at der in-



gen effekt er, og 3) Betydende udledninger tilstede, og afstand hertil gør at en effekt på påregnes.

I opgørelsen af en eventuel effekt fra sedimentspild under anlægsarbejdet er det vurderet, om sediment under normale hydrografiske forhold vil kunne transporteres til nærliggende sensitive områder med f.eks. ålegræs. Til denne vurdering gøres antagelser om den horisontale strømhastighed og retning samt om sedimentets faldhastighed. Der opdeles i tre kategorier: 1) Ingen påvirkning, dvs. sedimentfane kommer ikke i nærheden af følsomme områder, 2) Mulig påvirkning, og 3) Sikker påvirkning.

Med 'påvirkning' menes, at suspenderet sediment fra gravearbejdet vil forekomme i de følsomme områder, og ikke nødvendigvis om det vil have noget miljømæssig effekt. Herudover opdeles i tre kategorier for sedimentspildets størrelse: 1) lille, 2) mellem, 3) stort. Disse tre sidste udtrykker spildets relative størrelse imellem de fire udpegede områder.

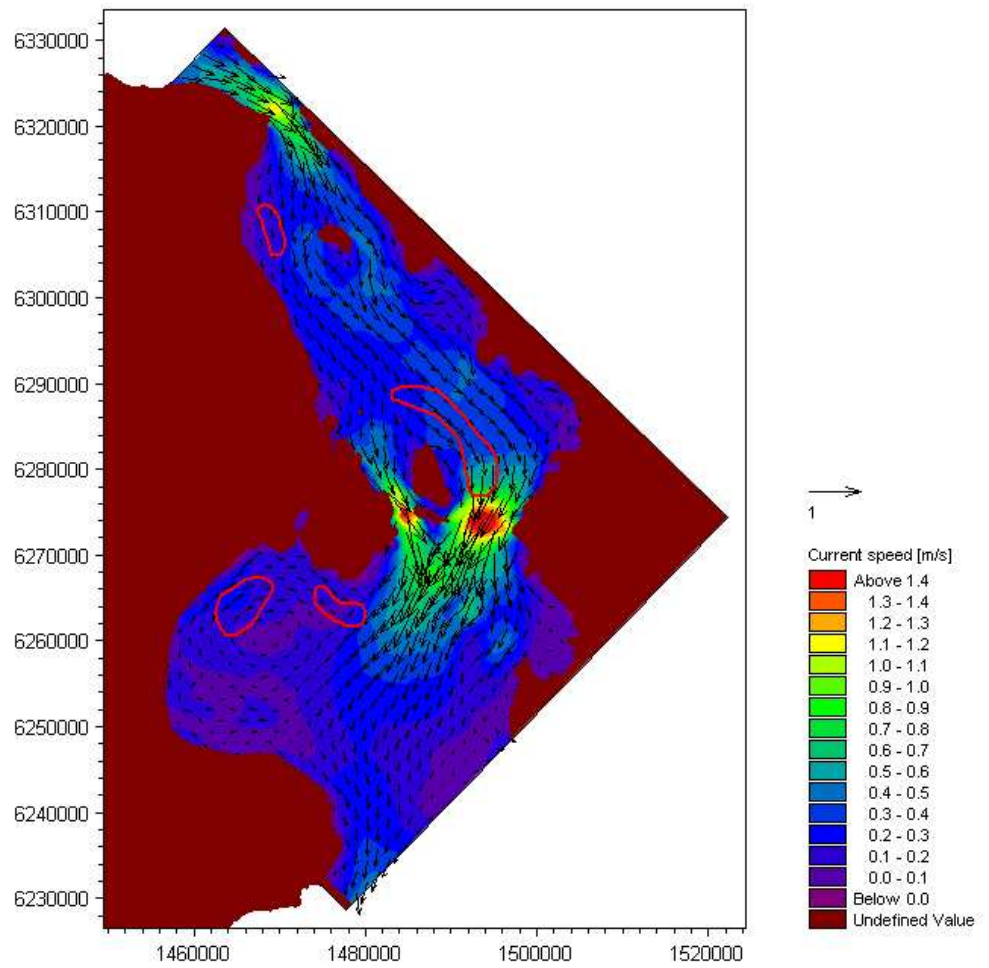
### **Morfologi**

De morfologiske effekter opdeles i generelle morfologiske effekter i den åbne vand, og effekter på/fra kysten. For de generelle morfologiske effekter vurderes om der kan forventes en effekt udover lokalt omkring fundamentene eller ej (gives en værdi på 1 eller 0). For effekterne på/fra kysten antages det, at en effekt er mulig hvis anlægget etableres indenfor en minimumsafstand til kysten. Denne minimumsafstand varierer fra område til område.

### **4.1.2 Strømforhold**

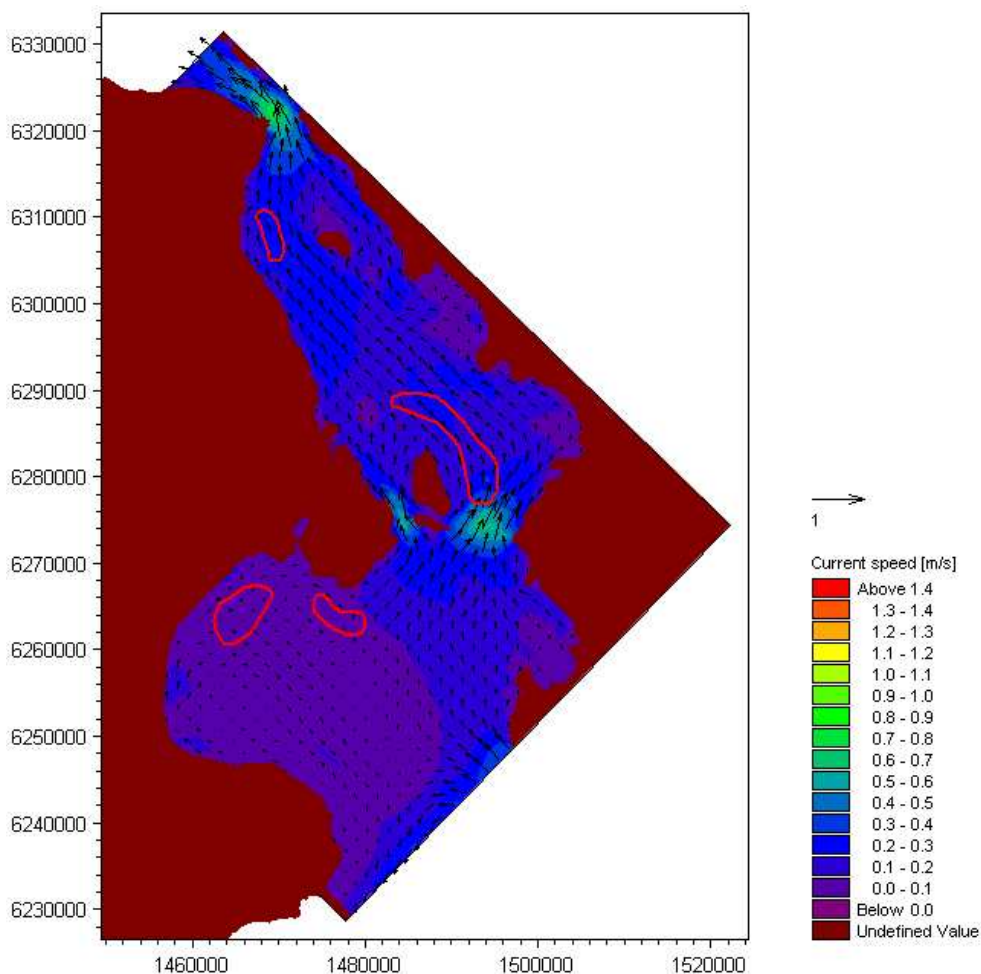
Der er til vurderingen anvendt resultater fra en matematisk model (MIKE21) der er sat op for Øresund. Det vurderes, at resultaterne kan anvendes til at få en størrelsesorden på strømhastighederne, og til at forstå de overordnede strømningsmønstre. Dybderne i Øresund er vist på Figur 4.1.

Det generelle strømningsmønster under indstrømning og udstrømning til Øresund er vist i hhv. Figur 4.2 og Figur 4.3.



Figur 4.2 Strømningsmønster under indstrømning i Øresund.



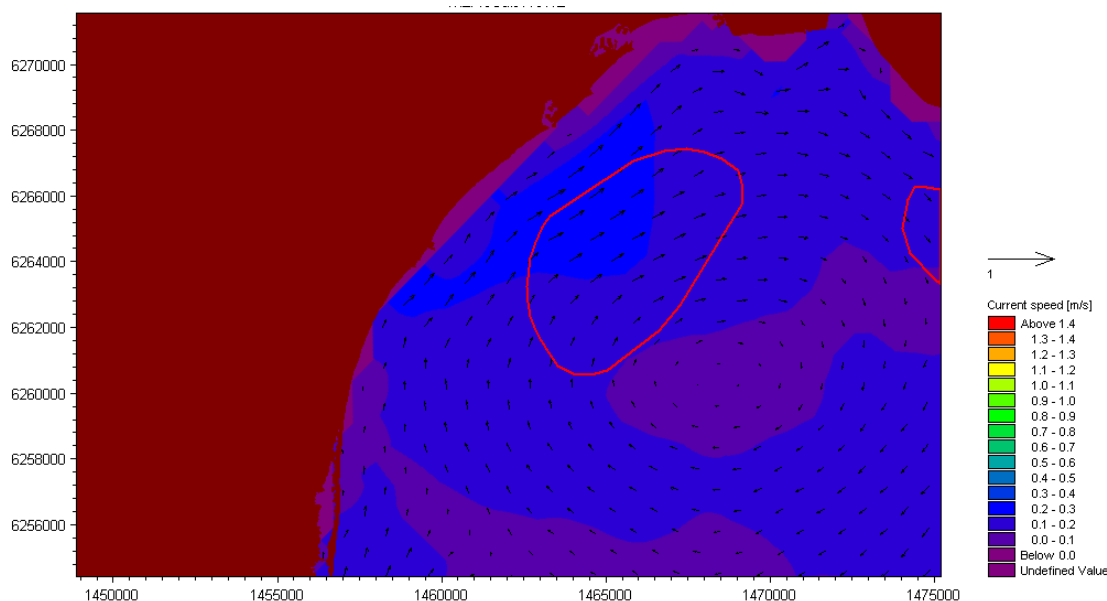


Figur 4.3 Strømningsmønster under udstrømning i Øresund.

### 4.1.3 Køge Bugt

#### Hydrografi

Køge Bugt er karakteriseret ved generelt rolige strømforhold. Der optræder en svag cirkulationsstrøm i den nordlige del af bugten, som er med uret ved indgående strøm i Øresund, og som generelt er mod uret ved udgående strøm. Størrelsesordenen på de maksimale strømhastigheder er 0.2-0.3 m/s, og 0.15 m/s i middel. Figur 4.4 viser et typisk strømfelt i området under indstrømning til Øresund.



Figur 4.4 Strømfelt, Køge Bugt ved indstrømning til Øresund.

Disse strømhastigheder vil ikke give problemer i forhold til placering af havvindmøller. Da havvindmøllerne placeres udenfor Øresundstværnsnittet, er det ikke relevant at tale om en blokerende effekt i forhold til vandudvekslingen i Øresund.

De signifikante bølgehøjder i Køge Bugt er større end i Øresund, og vil være af størrelsesordenen 3 m på de største vanddybder. Denne bølgehøjde vil fortrinsvis optræde ved vind fra SE. Da bølgehøjden er større end i Øresund, kan det stille krav om øget stenbeskyttelse af fundamentene såfremt havvindmøllerne er placeret i Køge Bugt. Som sådan vil bølgerne i Køge Bugt dog ikke give anledning til konstruktionsmæssige problemer.

#### Vandkvalitet

De betydende spildevandstilledninger i området omkring Køge Bugt området er Avedøre kloakværk, samt de kommunale renseanlæg ved Mosede og Solrød Strand. Det udpegede område til havvindmøller er imidlertid mere end 2 km fra disse udledningspunkter, og placeringen af møllerne vil derfor ingen effekt have på spildevandets opblanding i kystvandet.

En del af den mængde sediment der afgraves til fundamentene vil spredes til omgivelserne, da det ikke er praktisk muligt at opsamle alt det afgravede materiale. I forbindelse med Øresundsbroprojektet blev det stillet som et krav at sedimentspildet ikke blev højere en 5% and de totalt opgravede mængder. Det antages derfor at et sedimentspild vil kunne holdes på under 5% af de totale mængder. De totale afgravede mængder for 30 havmøllefundamenter vil i Køge Bugt området være af størrelsesordenen 30.000 m<sup>3</sup>. Dette er i sig selv en meget beskedne mængde i forhold til f.eks Øresundsprojektet hvor der totalt blev afgravet 7.5 mio. m<sup>3</sup>. Den andel der potentielt vil kunne spredes til omgivelserne vil derfor være af størrelsesordenen 1.500 m<sup>3</sup>, hvilket er ubetydeligt.

En del af havbundssedimentet vil være moræneler, som med de givne hydrografiske forhold vil kunne spredes over længere afstande. Selvom mængderne vurderes at være ubetydelige i forhold til en påvirkning af flora og fauna, kan anlægsarbejdet i Køge Bugt medføre, at de finkornede dele af sedimentet transporteres ind over ålegræsområdet, der ligger nord for det foreslåede placeringsområde. Disse meget beskedne mængder vil kun have en temporær effekt.

### **Morfologi**

Kysten i Køge Bugt fra Jersie Strand og nordefter er en barrierekyst med flere barriereøer under stadig udvikling på en svagt skrånende havbund. I den nordlige del af Køge Bugt er materialevandringen langs kysten mindre end i den sydlige del af bugten. Dette skyldes primært kystens vinkel med de dominerende bølgeretninger, men også at bølgenes energi er beskeden inde ved kysten. Havbunden i den nordlige del af bugten er meget flad.

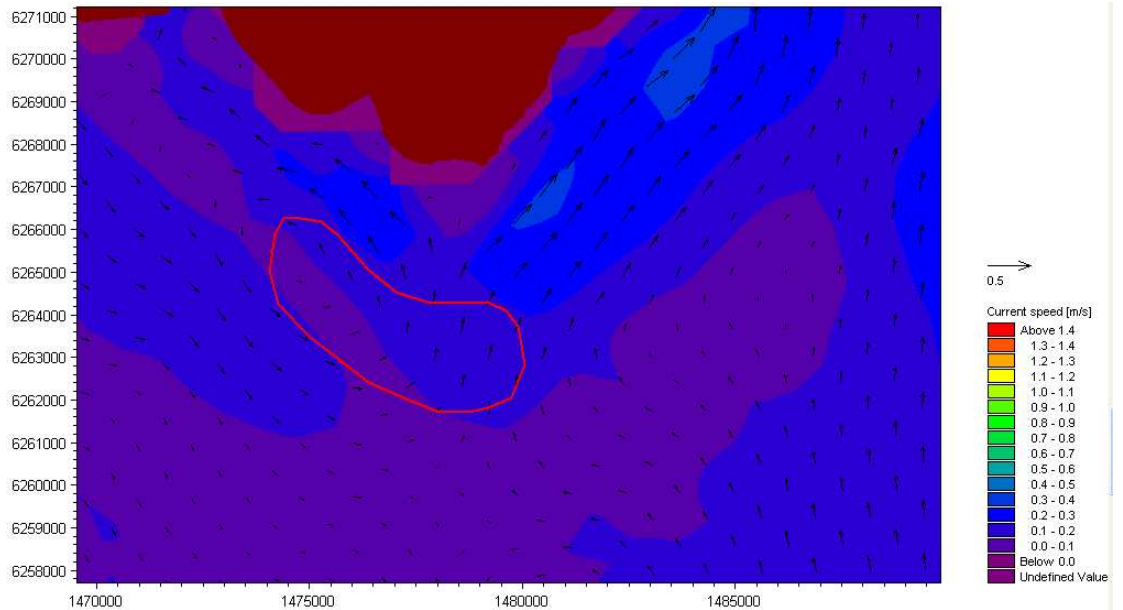
Havvindmøllerne er placeret med en stor afstand (flere hundrede meter), og de er placeret flere kilometer fra kysten. Dette gør, at det kan forudses, at der ikke vil være en påvirkning fra havvindmøllerne på kystmorfologien. Havvindmøllernes fundamenter vil ikke ændre på de strøm- og bølgeforhold der er afgørende for kystlinjeudviklingen. Hvis havvindmøllerne var placeret på et kunstigt rev tæt på kysten, eller hvis fundamenterne var meget tæt på kysten, skulle det undersøges nærmere om der ville blive en interaktion mellem havvindmøllerne og kysten.

Der vil udover mulighed for lokal erosion/sedimentation omkring fundamenterne ikke være nogen morfologisk påvirkning fra havvindmøllernes fundamenter.

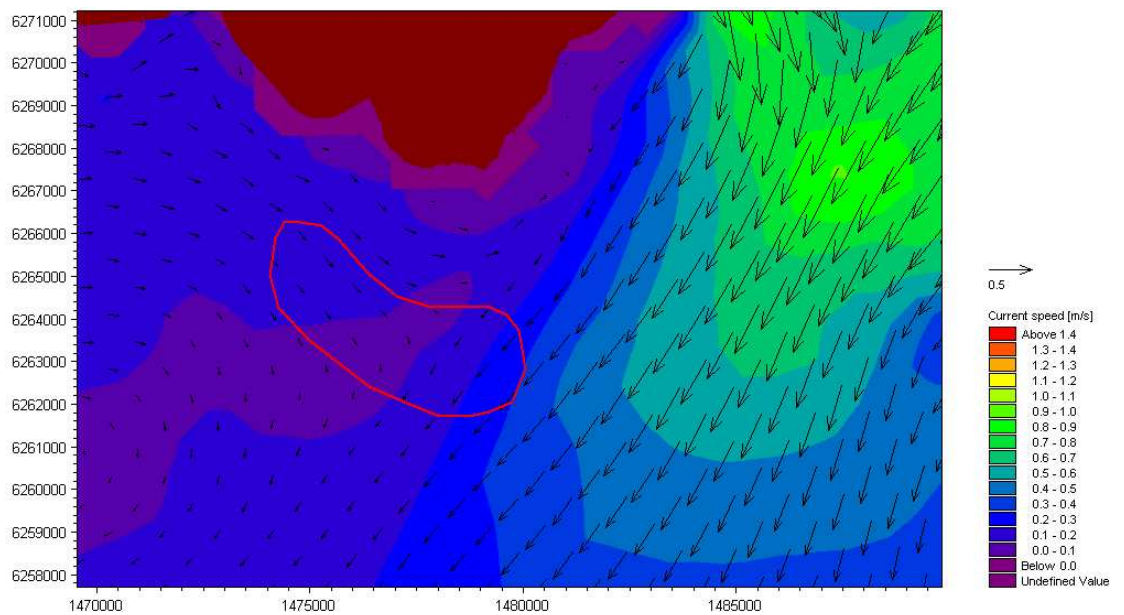
## **4.1.4 Aflandshage**

### **Hydrografi**

Området ved Aflandshage er ligesom i Køge Bugt præget af små strømhastigheder. De maksimale strømhastigheder er ca. 0.4 m/s, og 0.2 m/s i middel. Strømhastighederne vil være størst i den østlige ende af de udpegede område. Strømrøtningerne varierer, og er afhængig af om der er ind- eller udstrømning i Øresund, hvilket illustreres i Figur 4.5 og Figur 4.6.



Figur 4.5 Strømfelt, Aflandshage ved udstrømning fra Øresund..



Figur 4.6 Strømfelt ved Aflandshage ved indstrømning i Øresund.

Som ved Køge Bugt vil strømhastighederne ikke give vanskeligheder i forhold til placering af Vindmøller.

Bølgefórhóldene má anses at være sammenlignelige med bølgerne i Køge Bugt området, hvorfor en signifikant bølgehøjde på 3 m kan forventes.

Med hensyn til en blokerende effekt af fundamentene gøres den samme antagelse som i Køge Bugt, nemlig at der ingen blokerende effekt vil være.

### Vandkvalitet

Den mest betydende spildevandsudledning i nærheden af Aflandshageområdet er Avedøre Kloakværk, samt udløbet fra Harrestrup Å. Afstandene hertil er dog mindst 4 km, og der vil derfor ikke være en effekt af havmøllerne på fortyndingsprocesserne af spildevand på åbent hav.

De afgravede sedimentmængder vil være af samme størrelsesorden som i Køge Bugt, ca. 30.000 m<sup>3</sup>. Det resulterende spild af fint sediment vil kunne transporteres til områderne med blåmuslinger og ålegræs nord for det udpegede havvindmølleområde. Mængderne her antages dog at være så små, at der ingen effekt vil være på flora og fauna.

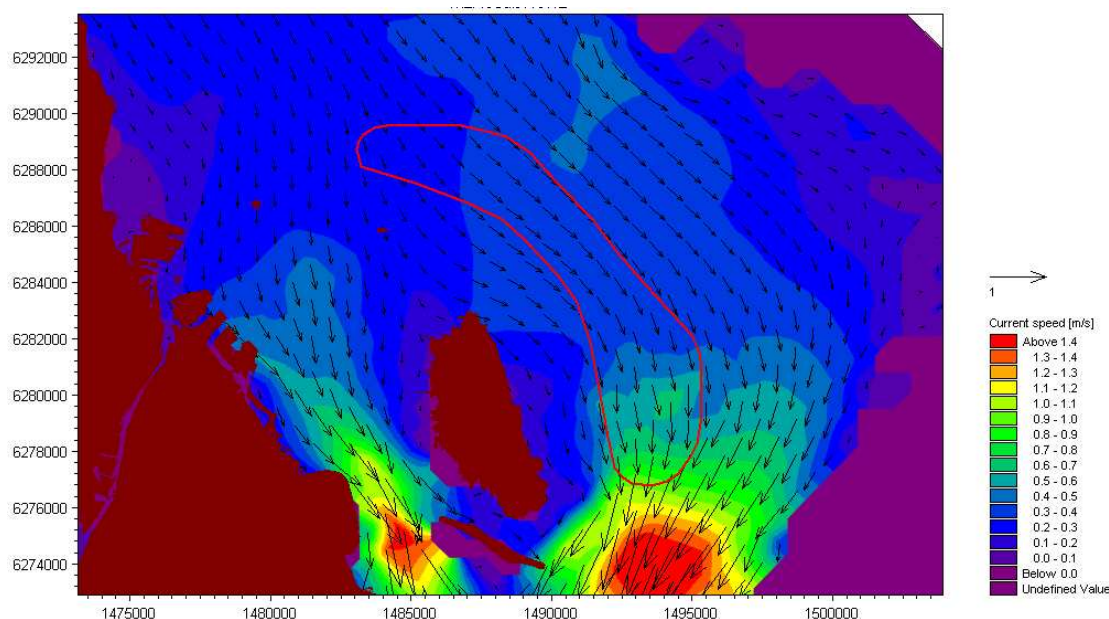
### Morfologi

På den sydlige del af Amager ved Aflandshage er der dannelse af en barriere-kyst. Havvindmøllerne vil blive placeret ca. 3 km fra land, hvorfor der ikke vil være en påvirkning fra fundamentene på kystliniens udvikling.

Der vil udover mulighed for lokal erosion/sedimentation omkring fundamentene ikke være nogen morfologisk påvirkning fra havvindmøllernes fundamenter.

### 4.1.5 Nordre Flint

Strømningen ved Nordre Flint / Saltholm Flak området følger stort set formen af det udpegede område i langsgående retning. Strømhastighederne er generelt størst ved indstrømning til Øresund. Figur 4.7 viser typiske strømningsmønstre under indstrømning i Øresund.

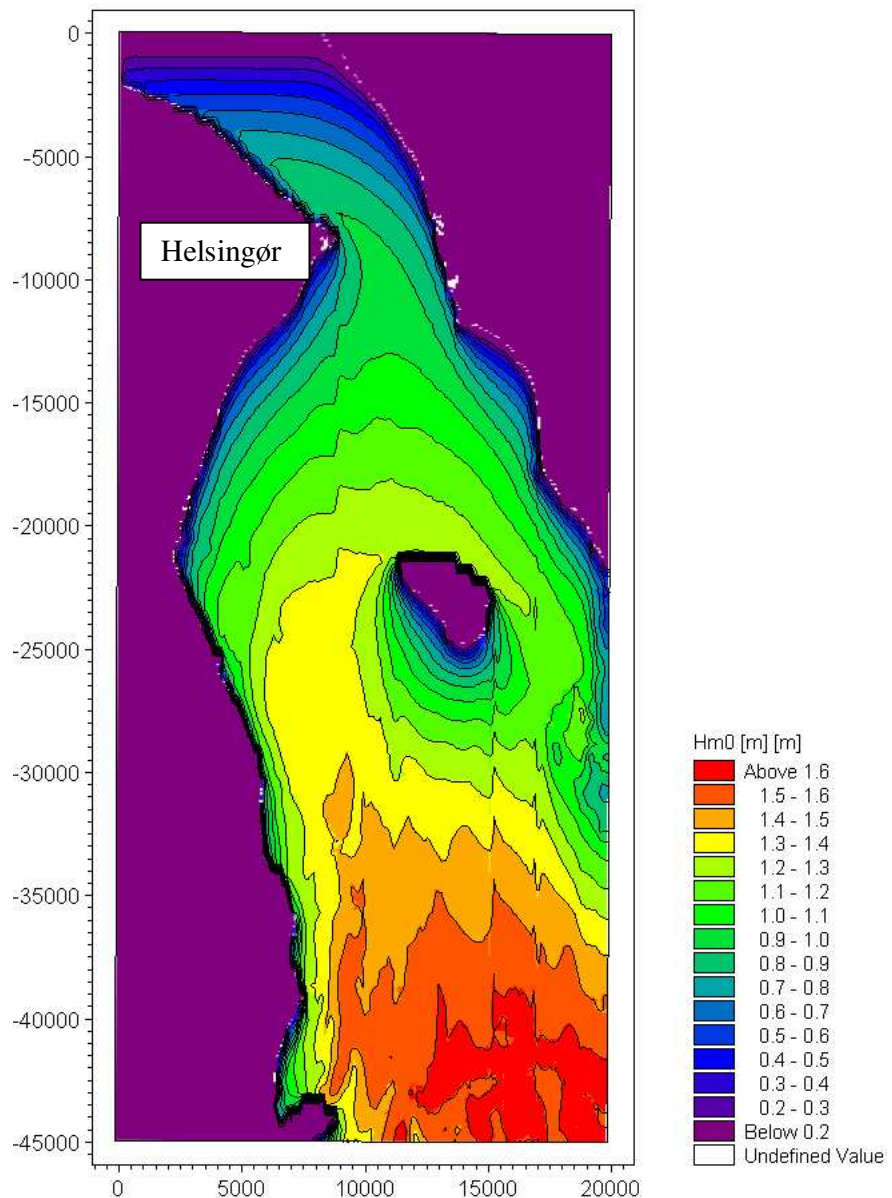


Figur 4.7 Strømfelt, Nordre Flint / Saltholm Flak



Ud fra modelresultaterne skønnes det, at de maksimale strømshastigheder er 0.5 m/s i den nordlige ende, og 1.1 m/s i den sydlige ende af området. Middelstrømshastigheden i nordlige ende 0.3 m/s hvorimod den vil være ca. 0.6 m/s i den sydlige ende af det udpegede område. Hastighederne er i dette område større end i Køge Bugt og ved Aflandshage, men af en størrelse hvor de ikke udgør et praktisk problem i forbindelse med anlægget.

Bølgerne i Øresund har en signifikant bølgehøjde på maksimum 2 m. Denne vil variere i sundet afhængig af vindretningen. Ved vind fra nord vil der fås de højeste bølger i nærheden af Nordre Flint. Et tidligere studie, viser bølgehøjder på ca. 1.6 m, se Figur 4.8.



Figur 4.8 Beregnede signifikante bølgehøjder i Øresund. Vind fra N.

Bølgehøjderne er lavere end i Køge Bugt og ved Aflandshage. Dette kan betyde at stenstørrelse og -mængder til erosionsbeskyttelse af fundamentene vil være mindre end i Køge Bugt. Det er dog uvist om dette ophæves af at strømhastighederne er større i Øresund end i Køge Bugt.

Det udpegede område ligger i Øresundstværsnittet, og fundamentene bidrager derfor med en blokerende effekt, om end denne skønnes at være lille. Under Øresundsprojektet var det et krav, at den samlede blokering ikke måtte overstige 0.5 %. Blokeringen inden kompensationsafgravning var ca. 2 %. Det alt-overvejende bidrag til blokeringen var den kunstige ø, og i mindre grad bropiller. Havvindmøllefundamenter vil i denne sammenhæng være at betragte som bropiller. Antallet af fundamenter er tilmed begrænset, så det forventes, at den absolutte blokering er ubetydelig.

I forhold til en rangordning af områderne Nordre Flint /Saltholm Flak og Nivå Flak, er den arealmæssige blokering søgt kvantificeret. Dette er gjort ved at sætte tværsnitsarealet af det totale antal fundamenter i forhold til tværsnitsarealet i Øresund på det sted hvor møllerne skal placeres.

Tværsnitsarealet af samtlige 30 møller udgør ca. 3600 m<sup>2</sup>, Tværsnitsarealet på dette sted i Øresund er ca. 170.000 m<sup>2</sup>. Dette giver en arealmæssig blokering på 2.1 %. Den absolutte blokering for vand og salt er erfaringsmæssigt meget lavere, ofte en størrelsesorden.

### Vandkvalitet

Den mest betydende spildevandsudledning i nærheden af det udpegede område er udledningen fra Lynetten. Denne udledning er placeret ca. 5 km fra området. Derfor vil der ingen effekt være af havvindmøllerne på spildevandsfortyndingen.

Det forventes at afgravningsdybden er en anelse mindre end i Køge Bugt og Aflandshage. Denne vurdering er baseret på kendskab til havbundssedimenternes sammensætning. Derfor vil de samlede sedimentmængder formentlig være mindre. Dette gælder derfor også for spildets størrelse. De totale afgravningsmængder er vurderet i størrelsesordenen 20.000 m<sup>3</sup>.

Stort set overalt i det udpegede område, er der blåmuslinger eller tangskove. Umiddelbart vest for området er der ålegræs. Det betyder, at uanset spildets størrelse, vil der være en effekt på bunddyr og -vegetation. Denne effekt vil højst sandsynlig være lille, og formentlig uden nævneværdig betydning, da dyr og vegetation vil retableres over tid, og da der er tale om begrænsede sedimentmængder. På grund af de højere strømhastigheder i forhold til Køge Bugt, vil sedimentspild kunne transporteres over længere afstande. Det helt fine sediment vil kunne transporteres op til 8-10 km på langs i Øresund. Udbredelsen på tværs i Øresund vil være mindre, men stor nok til at ålegræsområdet vest for området kan blive påvirket. En del af spildet, der udgøres af sand, vil sedimentere indenfor få hundrede meter fra afgravningsstedet, og påvirke bundfaunaen direkte. Dette til forskel for eventuelle sandfraktioner i Køge Bugt og Aflandshage.

### Morfologi

Den kyst, der er tættest på havvindmøllerne, ved Nordre Flint er den nordlige og vestlige side af Saltholm. Nordkysten er lav, hvorimod østkysten er noget højere og delvist udlignet med strandvolde. På de mest eksponerede dele af nordkysten findes en sammensat kysttype, hvor strandvolde er udviklet ovenpå strandeng. Strandvoldene er dannet i ekstremssituationer, hvor bølger kombineret med højvande kan bringe de letteste, mest porøse kalksten op på strandengen. Kysten ved Saltholm er imidlertid placeret 3-4 km fra havvindmølleområdet, og der vil derfor ikke være en påvirkning fra havmøllerne på kysten.

Ud fra kysten på den sydøstlige side af Saltholm findes Svaneklapperne, som er en mindre gruppe øer. Disse er ca. 1,5 km fra det mulige placeringsområde for havvindmøller. Heller ikke disse øer vurderes at blive influeret af havvindmøllefundamenter.

Der vil udover mulighed for lokal erosion/sedimentation omkring fundamentene ikke være nogen morfologisk påvirkning fra havvindmøllernes fundamenter.

#### 4.1.6 Nivå Flak

Strømretningen ved Nivå Flak er stort set syd eller nord afhængig af om der ind- eller udstrømning i Øresund. De maksimale strømhastigheder er 0.5 m/s, og de gennemsnitlige hastigheder er ca. 0.2 m/s.

De signifikante bølgehøjder i Øresund er maksimalt 2 m. Ved vind fra SØ fås de største bølgehøjder i området ved Nivå Flak. Model resultater beskrevet i viser signifikante bølgehøjder på ca. 1.8 m.

Den relative arealblokering er mindre end ved Nordre Flint. Dette skyldes at tværsnitsarealet af Øresund ved Nivå Flak er væsentlig større end ved Saltholm. Tværsnitsarealet ved Nivå Flak er ca. 260.000 m<sup>2</sup>. Arealblokeringen er opgjort til 1,3 %.

### Vandkvalitet

Den største spildevandsudledning i området ved Nivå Flak er placeret ved Vedbæk. Herudover er der en række regnvandsbetingede udløb langs kysten, og mindre spildevandsudledninger. Alle udledninger er placeret ca. 2 km fra det udpegede område, og det skønnes at der ikke vil forekomme nogen ændring i spildevandsfortyningen pga. havvindmøllerne.

Sedimentspildet antages at være ca. dobbelt så stort som ved Nordre Flint pga. større afgravningsdybder. På grund af usikre oplysninger om havbundssedimenterne i Nivåbugten, kan det dog være endnu større. Disse mængder er stadigvæk generelt små, og det antages, at det ikke vil få betydning for ålegræsområdet, der findes vest for havvindmølleområdet, se Figur 4.9 .



### Morfologi

Kysten i bunden af Nivå Bugten er generelt under udvikling mod en barriere-kyst, som det kendes fra Køge Bugt. Kystprofilen er fladt, og der er begrænsede løse sedimenter og lav bølgeenergi. Afstanden til kysten fra havvindmølleområdet er ca. 2 km, og det vurderes at der ikke vil være en påvirkning fra fundamenterne på kystlinjens udvikling.

Der vil udover mulighed for lokal erosion/sedimentation omkring fundamenterne ikke være nogen morfologisk påvirkning fra havvindmøllernes fundamenter.

### Sammenligning af alternativer

For at lave en egentlig rangordning af de fire områder er hvert område tildelt en værdi for de behandlede kategorier. Herudover tildeles hver kategori en vægtningsfaktor, der udtrykker hvor stor en betydning den enkelte kategori har. Kategorierne er sammen med deres vægtningsfaktorer angivet i Tabel 4.1. Vægtningsfaktorerne er valgt ud fra erfaring fra tidligere studier, hvor det har vist sig, at blokerings effekter for vand og slat udgør den primære effekt. De øvrige faktorer skønnes i dette tilfælde at have mindre indflydelse.

De fire områder tildeles faktorerne som angivet i Tabel 4.1. Disse faktorer omregnes derefter til en relativ størrelse, inden de ganges med kategoriernes vægtningsfaktorer.

Tabel 4.1 Faktor tildeling for kategorierne i de fire områder.

Kategori	Vægt-nings-faktor	Køge Bugt	Aflandshage	Nordre Flint	Nivå Flak
Blokerings effekt	0.60	0	0	2	1
Strømhastighed	0.05	0	0	2	1
Bølgehøjde	0.05	1	1	0	0
Spildevandsfortynding	0.10	1	1	1	1
Påvirkning fra sedimentspild	0.05	1	2	3	1
Sedimentspildsmængder	0.05	2	2	1	3
Generel morfologisk effekt	0.05	0	0	1	1
Kystmorfologisk effekt	0.05	0	0	0	0

Den resulterende rangordning fremgår af Tabel 4.2. Det mindste tal angiver den mest attraktive placering.

Tabel 4.2 Rangordning af de fire områder

Område	Faktor	Rangordning
Køge Bugt	0.07	1

Område	Faktor	Rangordning
Aflandshage	0.08	2
Nordre Flint	0.52	4
Nivå Flak	0.28	3

Det vurderes, at området i Køge bugt er det mest attraktive ud fra de hydrografiske, vandkvalitetsmæssige og morfologiske forhold. Det skal bemærkes at Køge Bugt og Aflandshage nemt kan skifte rang, f.eks. ved at antage at den kystmorfologiske påvirkning er større i Køge Bugt end ved Aflandshage. Disse to områder er derfor praktisk taget lige attraktive.

## 4.2 Bundvegetation og fauna, fisk, havpattedyr og fiskeriinteresser

### 4.2.1 Metode

Screeningen af effekter af forskellige placeringer af havvindmøller i Øresund på bundvegetation og fauna, fisk, havpattedyr og fiskeinteresser omfatter:

- Vurdering og beskrivelse af de eksisterende forhold i de forskellige områder baseret på eksisterende publikationer
- Vurdering af potentielle effekter af havvindmøllerne på de eksisterende forhold. Effektvurderingerne er især baseret på resultaterne af det meget omfattende miljøovervågningsprogram som blev gennemført ved Horns Rev og Nysted Havmølleparker i perioden 1999-2006.
- Sammenligning og rangordning af potentielle effekter af de forskellige placeringer.

Ved udvælgelsen af områder er der mht. marine habitater benyttet følgende kriterier (se Tabel 4.3):

- Havgræsbevoksninger og ålegræsenge er fuldstændigt undgået idet de har stor økologisk betydning og idet tildækkede områder ikke kan genetableres.
- Stenrev og småstenet bund med tangskove er så vidt muligt undgået, men da regenerationspotentialet er stor og ødelagte tangskove vil blive genetableret på betonfundamenterne er disse valgt, hvis andre forhold taler for at området er velegnet.
- Blåmuslingebanker er så vidt muligt undgået, men da regenerationspotentialet er stor og ødelagte blåmuslingebanker vil blive genetableret på betonfundamenterne er disse valgt hvis andre forhold taler for at området er velegnet.

- Blødbund med invertebratsamfund er ikke undgået, da de er meget almindelige biotoper med stort regenerationspotentiale.

Tabel 4.3 *Oversigt over habitater i Øresund, deres økologiske betydning og potentielle effekter af havvindmøller.*

Habitat	Økologisk betydning	Potentielle effekter af havvindmøller
Havgræs bevoksninger	Habitat med stor artsdiversitet. Vigtige fourageringsområder for fugle som f.eks. svaner og pibeænder Vigtig gyde- og opvækstplads for fisk	Hvis vindmøllefundamenter tildækker havgræs bevoksninger kan de ikke genetableres. Sedimentspild i forbindelse med gravearbejder kan skygge for planterne i et område omkring fundamentene
Ålegræsenge	Habitat med stor artsdiversitet. Vigtige fourageringsområder for fugle som f.eks. svaner og pibeænder Vigtig gyde- og opvækstplads for fisk. Ålegræsset har kystbeskyttende virkning	Hvis vindmølle fundamenter tildækker ålegræsset kan det ikke genetableres. Sedimentspild i forbindelse med gravearbejder kan skygge for planterne i et område omkring fundamentene
Stenrev og småstenet bund med tangskove	Habitat med stor artsdiversitet. Vigtig gyde- og opvækstplads for fisk	Tangskove der tildækkes af vindmølle fundamenter vil blive erstattet af alger der sætter sig på fundamentene Sedimentspild i forbindelse med gravearbejder kan skygge for planterne i et område omkring fundamentene
Blåmuslingebanker	Fødegrundlag for ederfugle	Blåmuslingebanker der tildækkes af vindmølle fundamenter vil blive erstattet af muslinger der sætter sig på fundamentene. Sedimentspild i forbindelse med gravearbejder kan påvirke muslinger i et område omkring fundamentene
Blødbund*	Levested for bundlevende invertebrater. Meget almindelige habitater.	Kan påvirkes af tildækning afgravning og sedimentspild. Meget almindelige biotoper med stort regenerationspotentiale.

\* Sand, silt, ler, blandet bund

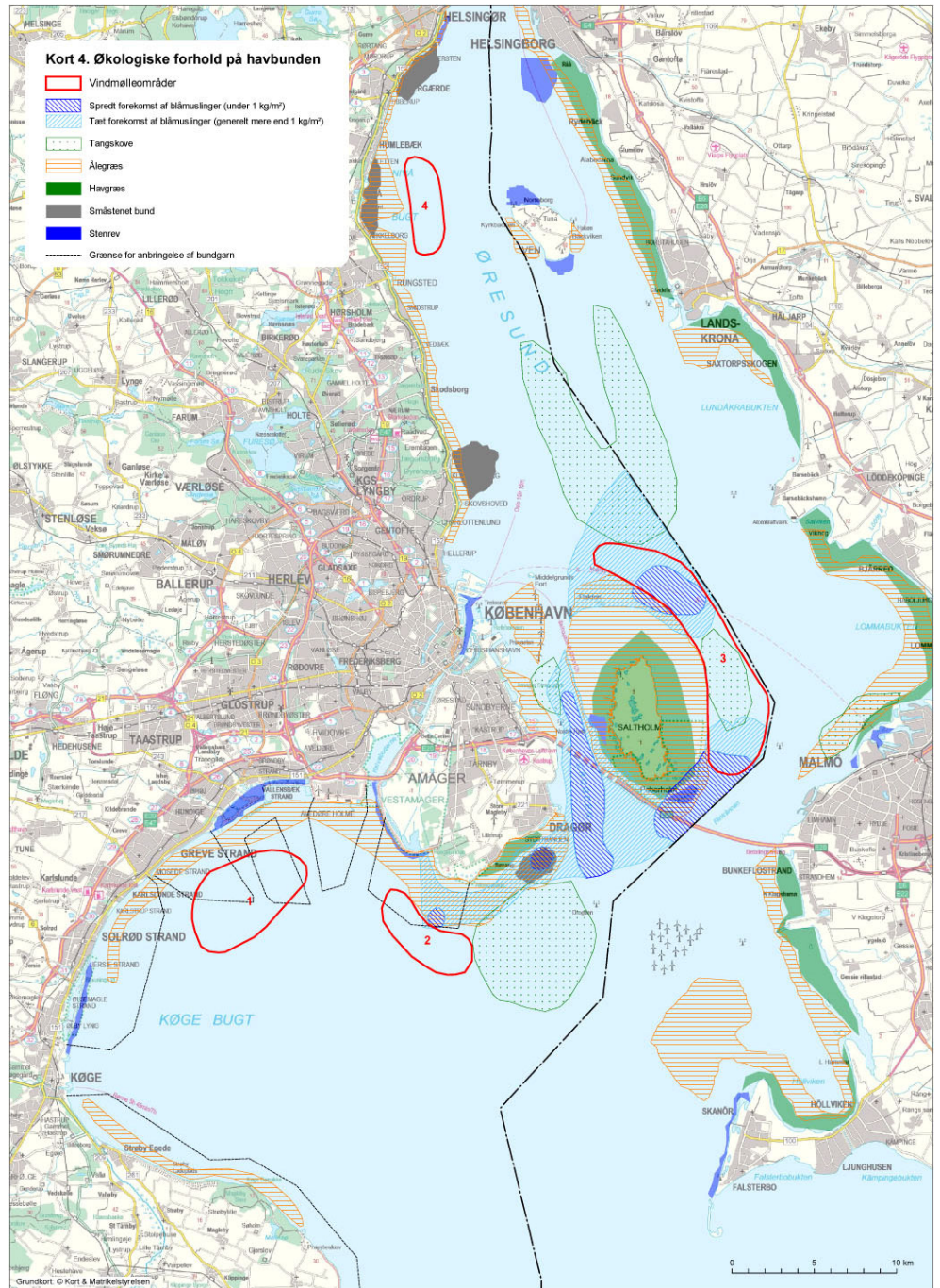
#### 4.2.2 Område1. Køge Bugt

##### Eksisterende forhold

Sediment

Havbunden på den foreslåede vindmøllelokalitet i Køge Bugt består overvejende af sand med pletter af residualbund på moræne. Der er ikke åle-

græs i området. Der er heller ikke større kendte forekomster af sten med alger. (Se Figur 4.9). Vanddybden er 6-11 m.



Figur 4.9 Økologiske forhold på havbunden.

Bundfauna

Havbunden er hjemsted for en bundfauna af hvirvelløse dyr, der lever på overfladen af havbunden eller for de flestes vedkommende lever nedgravet i havbunden. Bundfaunaen på lokaliteten kan karakteriseres som et *Macoma*-samfund, der bl.a. er kendetegnet ved forekomst af arter som østersømusling (*Macoma balthica*), hjertemusling (*Cerastoderma glaucum*), sandmusling (*Mya*

*arenaria*), dyndsnegl (*Hydrobia ulva*) og havbørsteormen *Pygospio elegans*. (Göransson m.fl.2002). Bundfaunaen er føde for bl.a. fladfisk og torsk.

## Fiskebestand

Fladfisk er karakteristiske bundfisk på sandbunden som den man finder på den foreslåede vindmøllelokalitet. Den dominerende fladfisk er skrubbe. Området er opvækstområde for lidt større skrubbeengel (Bay 1989). Andre karakteristiske bundfisk er torsk, aborre, sandkutling, kysttobis og tobiskonge (Tabel 4.4). I de frie vandmasser findes bl.a.:

- Blankål på gydevandring mod Sargassohavet i efterårsmånederne. Disse ål er meget vigtige for fiskeriet i Køge bugt (se senere)
- Hornfisk på gyde og ædevandring i maj- september
- Makrel på ædevandring i august-oktober
- Sild på vandring sydpå mod deres gydepladser i september-december
- Samt brisling, hvilling, hestemakrel og ørred

*Tabel 4.4 Oversigt over fiskearter man typisk kan træffe i det foreslåede havvindmølleområde i Køge Bugt (Angantyr, Rasmussen og Göransson 2007, Müller og Jensen 2001).*

Bundfisk	Pelagiske /semipelagiske fisk
Skrubbe ( <i>Platichthys flesus</i> )	Blankål ( <i>Anguilla Anguilla</i> )
Pighvarre ( <i>Scophthalmus maximus</i> )	Hornfisk ( <i>Belone belone</i> )
Rødspætte ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	Sild ( <i>Clupea harengus</i> )
Ising ( <i>Limanda limanda</i> )	Brisling ( <i>Sprattus sprattus</i> )
Torsk ( <i>Gadus morhua</i> )	Hvilling ( <i>Merlangius merlangus</i> )
Aborre ( <i>Perca fluviatilis</i> )	Makrel ( <i>Scomber scomber</i> )
Sandkutling ( <i>Pomatoschistus minutes</i> )	Hestemakrel ( <i>Tractus tractus</i> )
Kysttobis ( <i>Ammodytes lancea</i> )	Ørred ( <i>Salmo trutta</i> )
Tobiskonge ( <i>Hyperoplus lanceolatus</i> )	

## Fiskeri

Der har traditionelt været drevet fiskeri med bundgarn på den foreslåede lokalitet (Se Figur 4.9). Fiskeri med bundgarn efter blankål i Køge Bugt er det økonomisk vigtigste fiskeri for erhvervsfiskerne omkring bugten. De vigtigste

fiskerihavne er Skudehavnen i København, Køge og Mosede. Desuden foregår der fiskeri fra Strøby Ladeplads og Bøgeskoven (Tabel 4.5). Endelig er der formentlig nogle af fiskerne fra Dragør som fisker i bugten. I Bøgeskoven, Mosede og Køge udgjorde værdien af blankål hhv. 85 %, 79 % og 63 % af den totale værdi af landingerne fra Øresund i 2009. For skudehavnens vedkommende udgjorde værdien af blankålfiskeriet 33 %. Det skal bemærkes at de landede hornfisk også er fanget i bundgarnene og formentlig nogle af torskene men ikke alle.

*Tabel 4.5 Landinger af fisk fanget i Øresund i fiskerihavnene ved Køge Bugt i 2009 (Kilde: Fiskeridirektoratets database)*

Havn	Blanke Ål (kg)	Hornfisk (kg)	Torsk (kg)	Andet* (kg)	I alt (kg)
Mosede	42.693	38.050	9.273	8.954	98.970
Køge	40.515	137	29.845	17.961 <sup>†</sup>	88.458
Skudehavnen/Kbh	31.865	25.008	135.753	46.666	239.292
Bøgeskoven	17.172	4.391	8.492	7.458	37.513
Strøby Ladeplads	3.866	1.844	849	1.712	8.271

\* Især pighvarre, skrubbe og havørred

*Tabel 4.6 Værdien af landinger af fisk fanget i Øresund i fiskerihavnene ved Køge Bugt i 2009 (Kilde: Fiskeridirektoratets database)*

Havn	Blanke Ål (kr)	Hornfisk (kr)	Torsk (kr)	Andet* (kr)	I alt (kr)
Mosede	1.525.203	247.470	95.505	62.227	1.930.405
Køge	1.307.138	-	368.376	389.203	2.064.717
Skudehavnen/Kbh	1.243.785	191.283	1.629.317	744.051	3.808.436
Bøgeskoven	633.383	-	93.528	-	744.714
Strøby Ladeplads	-	-	-	-	-

\* Især pighvarre, skrubbe og havørred

Der i alt registreret 45 erhvervs- og bierhvervsfiskere ved Køge bugt og en samlet båd tonnage på 171 tons (Tabel 4.7). Hertil kommer et ukendt antal fiskere fra Skudehavnen, der driver fiskeri i Køge Bugt. I fiskeridirektoratets database er fiskerne fra Skudehavnen ikke registreret særskilt, men indgår i opgørelsen for hele København. I København var der i 2009 registreret 28 erhvervs og bierhvervsfiskere og en samlet båd tonnage på 141 tons.

Tabel 4.7 Antalregistrerede fiskere og fiskefartøjer hjemmehørende i fiskerihavnene ved Køge Bugt pr 31/12 2009 (Kilde: Fiskeridirektoratets database)

Havn	Antal Fartøjer Erhvervsfiskere	Antal Fartøjer Bierhvervsfiskere	Fiskere i alt	Total tonnage
Køge	14	7	21	83
Mosedede	11	0	11	47
Strøby Ladeplads	6	0	6	22
Bøgeskoven	4	3	7	19

Der har traditionelt været op til omkring 5 bundgarnsstader i det foreslåede område. Det vides ikke hvor mange stader der er i området i dag, hvor mange fiskere der driver fiskeri og fortjenesten ved fiskeri i området. Det er ikke oplyst i Fiskeridirektoratets database og kræver en interviewundersøgelse for nærmere at klarlægge dette.

#### Havpattedyr

Sæler forekommer sjældent i Køge Bugt. Satellitsporings- undersøgelser har således ikke påvist sæler i bugten (med undtagelse af området umiddelbart syd for Saltholm). Sælerne foretrækker tilsyneladende området omkring Saltholm (Dietz m.fl 2003). Marsvin (*Phocoena phocoena*) forekommer sjældent i området (Teilman m.fl. 2008).

#### Bundfauna og bundvegetation

##### Effektvurdering

Det er vurderet, at der kan anbringes ca. 46 havvindmøller i området. Betonfundamenterne til disse vil tildække i alt 0,02 km<sup>2</sup> sandbund med en bundfauna, der kan karakteriseres som et Macomasamfund. Denne effekt må karakteriseres som værende ubetydelig, da dette samfund er et af de mest udbredte i Øresund. Hertil kommer at betonfundamenter og kabeloverlægning vil fungere som kunstige rev idet de vil komme til at tjene som substrat for alger, blåmuslinger og anden epifauna. Fundamenterne kan komme til at udgøre et værdifuldt stenrevs økosystem, der er mere sjældent forekommende end det der ødelægges. Miljøovervågningsprogrammet af effekter af havvindmøller der blev gennemført i perioden 1996-2006 har vist at:

- Vindmøllefundamenter og erosionsbeskyttelse ved Horns Rev Havmøllepark har skabt kunstige levesteder for typisk rev vegetation og fauna. Der blev fundet omkring 30 forskellige arter af alger. De dominerende arter var brunalgerne *Pilayella littoralis/Scotocarpus*, grønalgerne *Ulva clathrata*, *Ulva prolifera*, *Ulva lactuca*, *Enteromorpha* sp. og rødalgen *Polysiphonia fibrillosa*. Der blev registreret 111 arter af invertebrater omfattende bl.a blåmusling, krebsdyrene *Jassa marmorata*, *Caprella linearis*, *Balanus crenatus*, *Cancer pagurus*, søstjernen *Asteria rubens* (Vattenfall 2006).

- Vindmøllefundamenter og erosions beskyttelse ved Nysted Havmøllepark blev tilgroet af blåmuslinger (DONG m.fl. 2006).

#### Fisk og fiskeri

Det er vurderet at betonfundamenterne til havvindmøllerne vil beslaglægge et havbundsområde på i alt 0,01 km<sup>2</sup> hvor der i dag kan foregå fiskeri med bundgarn. Her kan fiskeri ikke finde sted i fremtiden. Desuden vil der blive etableret sikkerhedszoner omkring fundamenter og kabler hvor fiskeri vil blive forbudt.

I henhold til fiskeriloven, ”LBK nr. 372 af 24. april 2006” skal der forhandles med fiskerierorganisationerne om erstatning på dokumenterede tab ved etableringen af vindmøllerne.

Under udførelsen vil der blive en fiskeriforbudszone som fiskerne vil have ret til kompensation for. Kompensationens størrelse vil afhænge af de permanente restriktioner efter parken er taget i brug. Normalt er der en 200 m sikkerhedszone for elkabler. Man kan dog søge Søfartsstyrelsen om dispensation til fiskeri indenfor 200 m sikkerhedszonen for elkabler med visse restriktioner således, at der ikke er risiko for at beskadige kabler og konstruktioner. Det vil for eksempel være krav til hvilke typer fiskeredskaber der må anvendes afhængig af jorddækket over søkablerne. Desuden vil der være krav om en minimums afstand til fundamenterne, så man ikke risikerer at de bliver påsejlet eller beskadiget på anden vis, på eksempelvis 50 m.

Det forventes ikke, at magnetfeltet omkring søkablerne fra en havvindmøllepark i Køge bugt vil påvirke blankålens vandringer. Det forventes således ikke at det vigtige blankålsfiskeri med bundgarn i Køge bugt vil blive påvirket af kablet.

### 4.2.3 Område 2. Aflandshage

#### Eksisterende forhold

#### Bundfauna og fisk

Området ved Aflandshage ligner området i Køge bugt med hensyn til sedimentforhold, bundfauna og fiskebestande som beskrevet ovenfor (Se Figur 4.9).

#### Fisk og fiskeri

En lille del af området ligger på en lokalitet, hvor der traditionelt har været bundgarnsfiskeri (Figur 4.9). Der foreligger ikke tilgængelige oplysninger om fiskeriet i dette område i dag.

#### Havpattedyr

Spættet sæl (*Phoca vitulina*) kan forekomme syd for Amager (Dietz m.fl. 2003). Marsvin forekommer sjældent (Teilman m.fl. 2008).

#### Effektvurdering

#### Bundfauna og bundvegetation

Det er vurderet, at der kan anbringes ca. 24 havvindmøller i området. Betonfundamenterne til disse vil tildække i alt 0,01 km<sup>2</sup> sandbund med en bundfauna, der kan karakteriseres som et Macomasamfund.

Denne effekt må karakteriseres som værende ubetydelig, da dette samfund som nævnt i afsnit 4.2.2. er et af de mest udbredte i Øresund og da betonfundamen-



ter og kabeloverlægning vil være substrat for alger, blåmuslinger og anden epifauna, som vil komme til at udgøre et værdifuldt stenrevs økosystem, der er mere sjældent forekommende end det Macomasamfund der ødelægges.

Fisk og fiskeri	Det er vurderet at betonfundamenterne til havvindmøllerne vil beslaglægge et havbundsområde på i alt 0,003 km <sup>2</sup> hvor der i dag muligvis foregår fiskeri med bundgarn. Her kan fiskeri ikke finde sted i fremtiden. Desuden vil der blive etableret sikkerhedszoner omkring fundamenter og kabler hvor fiskeri vil blive forbudt og der skal forhandles med fiskeriorganisationerne om erstatning (cf. afsnit 4.2.2)
Sæler	Der kan forekomme sæler ved Aflandshage. Det vurderes, at effekten af etablering af en havvindmøllepark i området vil være ubetydelig og ikke påvirke forekomsten af sæler i området. Ved Horns rev og Nysted havvindmølleparke blev sæler således kun påvirket af ramningen af fundamenter. Både til havs og på land var sælerne generelt set upåvirkede af opførelsen såvel som driften af havmølleparken (DONG m.fl. 2006).

#### 4.2.4 Område 3. Nordre Flint

##### Eksisterende forhold

Habitater	Den foreslåede havvindmøllelokalitet ved Nordre Flint/Saltholm ligger i et område, hvor der findes tangskove, blåmuslingebanker med tætte forekomster af blåmuslinger og områder med mere spredt forekomst af blåmuslinger (Se Figur 4.9).
-----------	--

Tangskovene er domineret af sukkertang (*Laminaria saccharina*) og bevoksninger af rødalger. De mest almindelige rødalger er almindelig klotang (*Ceramium rubrum*), almindelig ledtang (*Polysiphonia fucoides*), gaffeltare (*Furcellaria lumbricalis*), blodrød ribbeblad (*Delesseria sanguinea*) og bugtet ribbeblad (*Phycodryas rubens*) (COWI/VKI 1990a, Carlsson m. fl. 2006). Der forekommer også løstliggende "fedtmøg" (*Pilayella* sp og *Ectocarpus* sp ) i forårs- og sommerperioden. Tangskove er vigtige gyde- og opvækstpladser for en lang række fiskearter.

De egentlige blåmuslingebanker i området har tæt forekomst af blåmuslinger med dækningsgrader på 80-100 %. Blåmuslingerne udgør fødegrundlaget for de store mængder af ederfugle der findes ved Saltholm.

Områderne med spredte forekomster af blåmuslinger kan faunamæssigt karakteriseres som et Macomasamfund med blåmuslinger.

Fisk og fiskeri	Tabel 4.8 giver en oversigt over typiske fiskearter, som man kan finde i tangskovene og på blåmuslingebanker i det foreslåede havvindmølleområde ved Nordre Flint.
-----------------	--

Tabel 4.8 Oversigt over fiskearter man typisk kan træffe i tangskove og på blåmuslingebanker i Øresund (Angantyr, Rasmussen og Göransson 2007, Müller og Jensen 2001).

Fisk der er karakteristiske for tangskove	Fisk der er karakteristiske på blåmuslingebanker
Havkaruds ( <i>Ctenolabrus rupestris</i> )	Kutlinger (flere forskellige arter)
Savgylte ( <i>Crenilabrus melops</i> )	Almindelig ulk ( <i>Myoxocephalus scorpius</i> )
Almindelig ulk ( <i>Myoxocephalus scorpius</i> )	Langtornet ulk ( <i>Taurulus bubalis</i> )
Langtornet ulk ( <i>Taurulus bubalis</i> )	Ål ( <i>Anguilla Anguilla</i> )
Toplettet kutling ( <i>Coryphopterus flavescens</i> )	Ålekvabbe ( <i>Zoarches viviparus</i> )
Tangspræl ( <i>Pholis gunnellus</i> )	Torsk ( <i>Gadus morhua</i> )
Ålekvabbe ( <i>Zoarches viviparus</i> )	Skrubbe ( <i>Platichthys flesus</i> )
Torsk ( <i>Gadus morhua</i> )	Rødspætte ( <i>Pleuronectes platessa</i> )
Snippe ( <i>Entelurus aequoreus</i> )	
Tangnål ( <i>Siphonostoma typhle</i> )	
Skrubbe ( <i>Platichthys flesus</i> ) mellem stenene	

Danske fiskere har traditionelt fisket med garn, ruser og kroge, specielt efter torsk, ål og sild øst for Saltholm (COWI/VKI 1990b). Der er ikke tilgængelige informationer, der kan belyse dette fiskeris omfang i dag. Antallet af fiskere som eventuelt kunne tænkes at fiske i området ligger formentlig et godt stykke under 48 personer, hvilket svarer til det samlede antal registrerede erhvervs- og bierhvervs fiskere i København, Dragør og Kastrup

Tabel 4.9 Antal fiskere registreret i København, Dragør og Kastrup pr 31/12 2009 (Kilde: Fiskeridirektoratets database)

Havn	Antal Erhvervsfiskere	Antal Bierhvervsfiskere	Fiskere i alt
København	23	5	28
Dragør	3	11	14

Kastrup	4	2	6
---------	---	---	---

## Havpattedyr

Spættet sæl er almindeligt forekommende omkring Saltholm. Gråsæl (*Halichoerus grypus*) kan også forekomme. Begge arter indgår i udpegningsgrundlaget for Natura 2000 området ved Saltholm. Der findes yngle- og hvilepladser for sæler ved Svaneclapperne sydøst for Saltholm. Marsvin, forekommer sjældent (Teilman m.fl. 2008).

## Bundfauna og bundvegetation

**Effektvurdering**

Det er vurderet at der kan anbringes ca. 93 havvindmøller i området. Betonfundamentterne til disse vil tildække områder med tangskove, tætte blåmuslingbanker og sandbund med Macomasamfund og mere spredt forekomst af blåmuslinger. Tabel 4.10 viser de arealer der beslaglægges af vindmøllerne i de tre habitattyper.

Tabel 4.10. Antal vindmøller anbringes og areal der beslaglægges i de tre habitattyper ved Nordre Flint/Aflandshage.

	Tangskove	Blåmuslingebanker	Macomasamfund med spredt forekomst af blåmuslinger.
Antal Møller	30	23	40
Beslaglagt areal	0,015 km <sup>2</sup>	0,011 km <sup>2</sup>	0,019 km <sup>2</sup>

Effekterne af tildækning af disse habitater vurderes at være midlertidige og moderate. Som nævnt tidligere (jf. afsnit 4.2.2) vil betonfundamentterne være substrat for alger og blåmuslinger således at de tildækkede tangskove og muslingebanker vil blive erstattet. Udover erfaringerne fra havvindmøllemonitoreringen 1996-2006 (afsnit 4.2.2) viser erfaringerne fra monitoreringen i forbindelse med etableringen af Øresundforbindelsen, at afgravede områder blev rekoloniseret og at betonfundamenter blev substrat for alger, blåmuslinger og anden epifauna, som erstattede det der blev ødelagt. Nogle få år efter at der blev afgravet en rende i Flinterenden (hvor der var tætte bestande af blåmuslinger) og en installationskanal ved Lernakken var der genetableret et naturligt dyre- og planteliv. På bropillernes betonfundamenterer var der etableret et fastsiddende lag af dyr (isæt blåmuslinger) og alger, som mere end kompenserer for de ødelæggelser, der skete ved anbringelse af bropillerne.

## Fiskeri

Fiskeriinteresser kan blive påvirket i et ikke nærmere kendt omfang hvilket evt. kan udløse erstatningskrav fra fiskeriorganisationerne.

## Sæler

Det vurderes, at effekten på sæler af etablering af en havvindmøllepark i området vil være ubetydelig og ikke påvirke forekomsten af sæler i området.

#### 4.2.5 Område 4. Nivå Flak

##### Eksisterende forhold

**Sediment** Havbunden består af sand med pletter af residualbund på moræne (Se kort 2). Der er ikke ålegræs eller større kendte forekomster af sten med alger i området (Se Figur 4.9). Vanddybden er 4-10 m.

**Bundfauna** Bundfaunaen kan karakteriseres som et *Macoma*-samfund (Göransson et al 2002) som det man kan finde i Køge bugt og som er beskrevet i afsnit 4.2.2.

**Fiskebestand** De hyppigst forekommende fiskearter i området er skrubbe, rødspætte, hvilling, torsk og makrel. (Frederiksborg Amt 1997). Nivå bugt og flak er et vigtigt opvækstområde for fladfiskeyngel (rødspætte, skrubbe, pighvar og slethvar) (Bay 1989).

**Fisk og fiskeri** I forbindelse med ansøgning om råstofindvinding i 2006 har Fiskeridirektoratet og Danmarks Fiskeriforening anført, at Nivå Flak er en kendt fiskeplads, hvor der fiskes med garn og ruser. Det nærmere omfang af fiskeriet er dog ikke angivet (Skov- og Naturstyrelsen 2006). Der er imidlertid næppe tale om ret mange, der driver erhvervsfiskeri i området. Det samlede antal registrerede fiskere på hele strækningen mellem Helsingør og Skovshoved er således kun 17 (Tabel 4.11). Det er ikke sandsynligt at alle disse personer fisker i området. Det er heller ikke sandsynligt at fiskere, som er hjemmehørende i havne der ligger længere væk, driver fiskeri af betydning i området.

Tabel 4.11 Antal fiskere registreret i de fiskerihavne der ligger mellem Helsingør og Skovshoved pr 31/12 2009 (Kilde: Fiskeridirektoratets database)

Havn	Antal Erhvervsfiskere	Antal Bierhvervsfiskere	Fiskere i alt
Helsingør	4	2	6
Snekkersten	0	1	1
Espergærde	0	1	1
Humblebæk	0	1	1
Vedbæk	0	8	8

**Havpattedyr** Spættet sæl kan forekomme, mens marsvin er sjældent forekommende (Teilmann m.fl. 2008).

**Bundfauna og bundvegetation** **Effektvurdering** Det er vurderet at der kan anbringes ca. 23 havvindmøller i området. Betonfundamenterne til disse vil tildække i alt 0,011 km<sup>2</sup> sandbund med en bundfauna, der kan karakteriseres som et *Macomasamfund*. Denne effekt må karakteriseres som værende ubetydelig, som nævnt i afsnit 4.2.2.

Fisk og Fiskeri	Fiskeriinteresser kan blive påvirket i et ikke nærmere kendt omfang hvilket eventuelt kan udløse erstatningskrav fra fiskeriorganisationerne.
Sæler	Der kan forekomme sæler i området Det vurderes imidlertid at effekten af etablering af en havvindmøllepark vil være ubetydelig og ikke påvirke forekomsten af sæler (jf. argumentation i afsnit 4.2.3).

#### 4.2.6 Sammenligning af alternativer

Overordnet vurderes det at der kan etableres havvindmølleparker i alle fire foreslåede lokaliteter uden at bundvegetation, bundfauna, fisk og havpattedyr vil blive påvirket på længere sigt. Der kan opstå midlertidige marginale effekter i større eller mindre grad, som vil forsvinde efter nogle få år. Fiskeriinteresser kan blive påvirket i et ikke nærmere kendt omfang.

Der er imidlertid marginal forskel på de fire områder mht. omfanget af de midlertidige effekter. Områderne kan rangordnes mht. effekter på bundvegetation, bundfauna, fisk, fiskeri og havpattedyr som følger:

- 1 Nivå Flak er vurderet som den bedste placering mht. at mindske effekterne på de nævnte miljøforhold. Vindmøllefundamentene vil tildække et meget lille område med sandbund med en bundfauna der kan karakteriseres som et Macomasamfund. Denne effekt kan karakteriseres som værende ubetydelig. Den tildækkede habitat vil blive erstattet af et samfund med alger og epifauna der vil etableres på fundamentene. Der kan evt. være en mindre konflikt med fiskeriinteresser.
- 2 Aflandshage er vurderet som den næstbedste placering. Effekterne vil være meget lig de, der vil opstå ved en placering på Nivå Flak. Det vurderes, at der måske kan opstå en marginalt større konflikt med fiskeriinteresser, idet der muligvis forgår fiskeri med bundgarn i en del af området.
- 3 Køge Bugt er vurderet som den trediebedste placering. De biologiske effekter vil være marginale og de samme som dem der er beskrevet for Nivå Flak og Aflandshage. Der kan dog opstå lidt større konflikter med fiskeriinteresser end for de øvrige placeringer, idet lokaliteten ligger i et område, hvor der traditionelt er drevet bundgarnsfiskeri efter blankål, hvilket er det økonomisk vigtigste fiskeri i Køge Bugt.
- 4 Nordre Flint er vurderet som den relativt dårligste placering. Der kan opstå midlertidige effekter i form af nedgang i forekomst af alger og blåmuslinger under anlægsfasen. Alger og blåmuslinger vil dog genetableres på havmøllefundamentene.

### 4.3 Fugle og Natura 2000-områder

Opstilling af havbaserede vindmøller kan medføre tre væsentlige miljøeffekter for fugle:

- Kollision mellem fugle og vindmøllernes rotor
- Forstyrrelse af fugle omkring de aktive vindmøller
- Ødelæggelse af levesteder, herunder fødesøgningslokaliteter

Den væsentligste miljøeffekt for fugle ved opstilling af havvindmøller er risikoen for kollision. Kollisionsrisikoen har været undersøgt i talrige nationale og internationale sammenhænge. Flertallet af undersøgelserne synes at afspejle, at fugle generelt er gode til at undgå møllerne, så fatale kollisioner er sjældne. Færre undersøgelser viser, at der lokalt kan være store problemer med kollisioner med møller og en eller flere arter af fugle. Et generelt risikoelement er usædvanlige vejrforhold, hvor sigtbarheden er nedsat eller hvor fugle flyver lavere end normalt.

Vindmøller i drift udsender støj, og rotorens bevægelse er - især under særlige lysforhold - meget synlig. Begge forhold kan påvirke fugle i møllernes nærhed, og det vil ofte anbefales, at der ikke opstilles vindmøller i umiddelbar nærhed af vigtige ynglepladser, eller vigtige fødesøgningslokaliteter. For havbaserede vindmøller kan dette være et problem, hvis møllerne ønskes opstillet på lavvandede arealer, der samtidig udgør attraktive fødesøgningsområder for fugle.

Vindmøllernes arealkrav er ved små parker mindre væsentlig, så længe møllerne ikke opstilles i kritiske fødesøgningsområder. Ved havbaserede vindmøller vil selve arealkravet kun i sjældne tilfælde medføre en væsentlig reduktion af arealet af et vigtigt fødesøgningsområde.

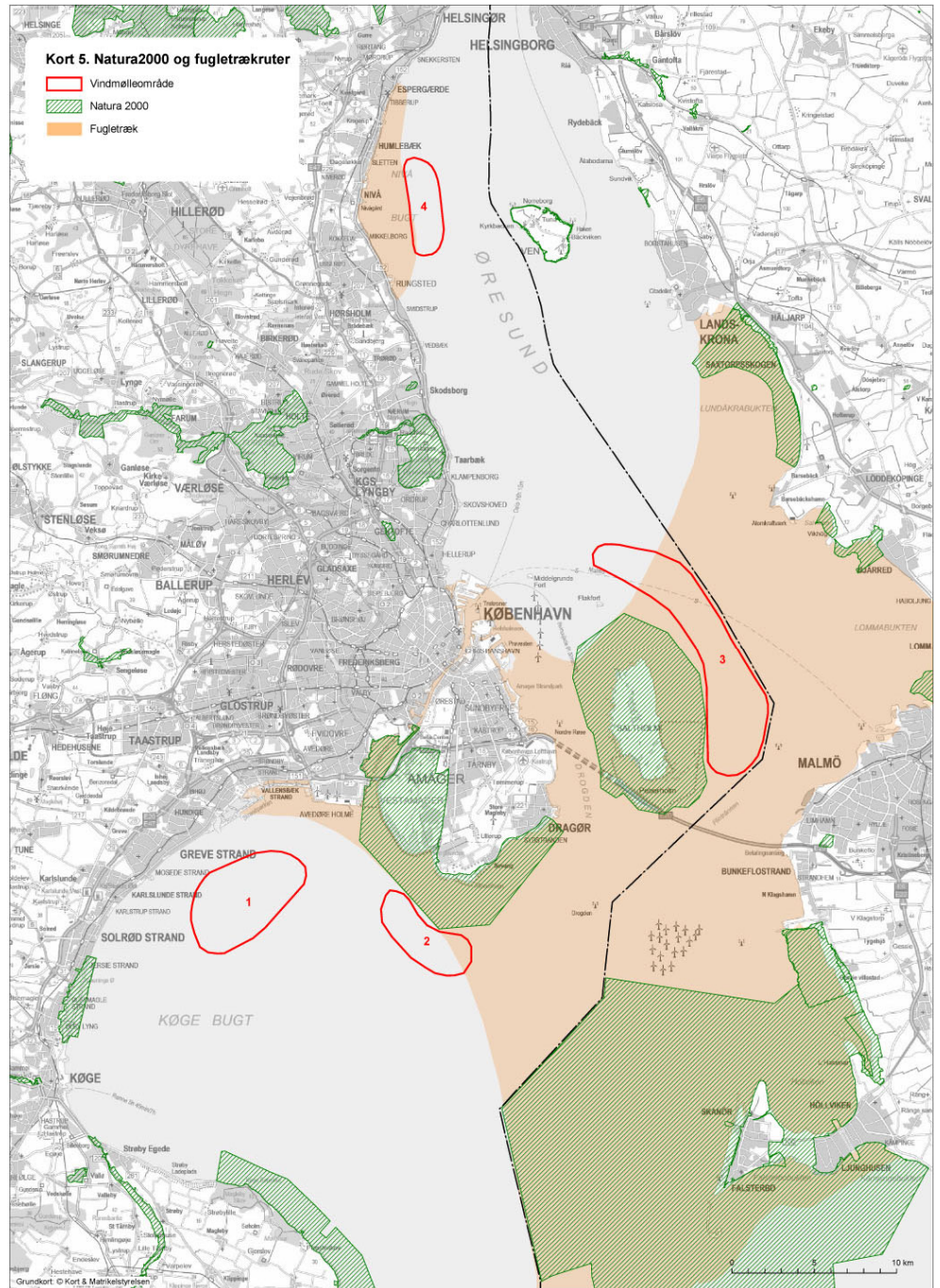
#### 1.1.1 Fugleområder omkring Øresund

Ved såvel den danske som den svenske kyst findes en række af fuglelokaliteter, der alle bidrager til, at Øresund generelt må opfattes som et meget fuglerigt område se Figur 4.10.

På den danske side findes fuglelokaliteter af international betydning omkring Amager og ikke mindst Saltholm. Saltholm udgør en af Nordeuropas vigtigste fuglelokaliteter, med overordentlig store fugleforekomster året igennem. Vestamager og Kalveboderne huser meget store fugleforekomster året igennem. I vinterhalvåret gæstes dette område af meget store forekomster af ænder, gæs og svaner, der nyder godt af udstrakte, lavvandede områder omkring Amager, Køge Bugt og de meget store fladvandsområder omkring Saltholm. Såvel Vestamager som Saltholm er af særdeles stor betydning for ynglende fugle, især andefugle, vadefugle, måger og terner.

Langs Køge Bugt findes en række, omtrent sammenhængende fuglelokaliteter fra syd for Avedøre Holme og hele vejen ned til Køge. Hele Køge Bugtområdet er af national betydning for fugle, især trækfugle og overvintrende fug-

le. Længere mod nord i Øresund ligger Nivå Bugt, der er af betydning for rastende og overvintrende vandfugle og vådområdefugle på kysten.



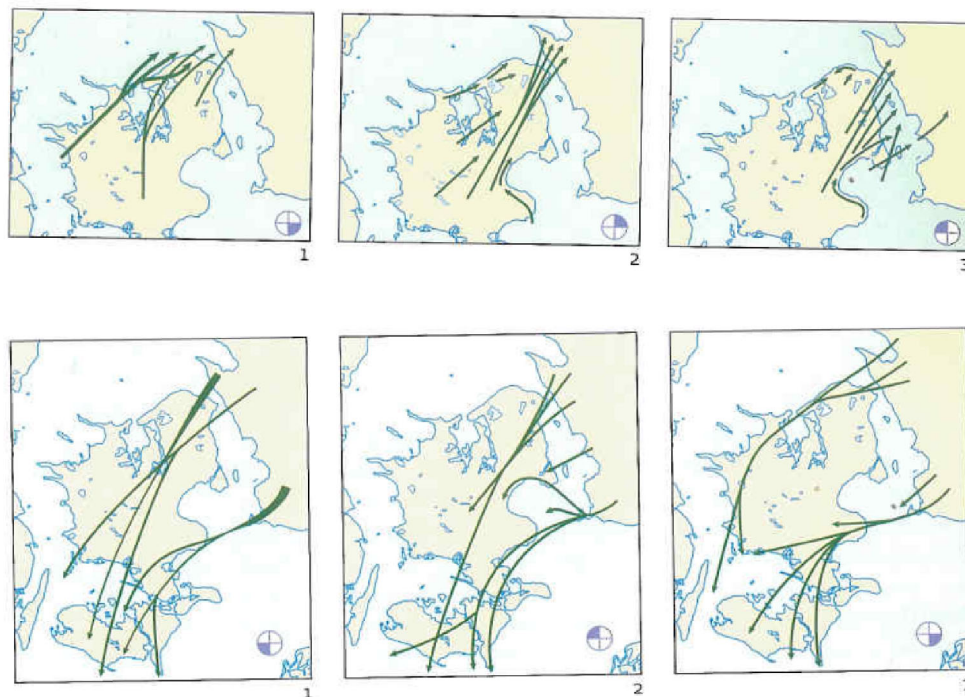
Figur 4.10 Natura 2000 områder og fugletrækruter i Øresund.

### 1.1.2 Fugletræk omkring Øresund

Øresund ligger i ornitologisk forstand som en fysisk adskillelse mellem det fennoskandinaviske område og det centraleuropæiske fastland. Meget betydelige mængder af fugle bevæger sig over Øresundsområdet to gange om året mel-



lem deres yngleområder mod nord og øst og deres vinterkvarterer mod syd og vest. Dagtrækkende fugle som rovfugle, traner, duer, kragefugle og en lang række småfugle søger at undgå trækket over vand. Her udgør Øresund en smal tærskel, der let krydses af alle fugle. Nord og syd for Øresund er der markant større havområder (Kattegat og Østersøen), hvorfor en meget stor andel af trækfuglene, der yngler mod nord og øst for Danmark, koncentrerer sig i Øresundsområdet under såvel forårs- som efterårstrækket.



Figur 4.11 Rovfugletrækket over Øresund, henh. forår (øverste figur, 1: Sydlige vinde, 2: Nordøstlige vinde, 3: Vestlige vinde) og efterår (nederste figur, 1: Sydvestlige vinde, 2: Vestlige vinde, 3: Østlige vinde).

Vandfugle og havfugle som ænder, gæs, svaner, vadefugle og mågefugle benytter Øresund som trækcorridor, da Øresund netop forbinder Østersøen og Kattegat. Disse grupper af fugle trækker over havet, langs kysten eller længere til havs og benytter Øresund som korridor under deres træk mellem yngleområder og vinterkvarterer.

Et særligt træk udgøres af de ænder (især troldeænder og taffelænder), der i vinterhalvåret opholder sig gennem dagen i beskyttede områder i Kalvebodsløbet eller i Birkesøen på Vestamager, og om natten flyver ud til egnede fourageringsområder omkring Saltholm. Omvendt kommer store mågeflokke i vinterhalvåret ind fra forskellige dele af Øresund om aftenen for at sove på vandet i Københavns Havn. Tilsvarende fænomener forekommer på den svenske side af kysten, hvor det gamle kalkbrud ved Klagshamn syd for Malmö om dagen huser store flokke af troldeænder, der om aftenen flyver ud på Øresund for at søge føde.

Øresund udgør således et overordentlig vigtigt vandområde for en meget stor andel af de fugle, der yngler i Fennoskandinavien eller de udstrakte landområder i Rusland og Sibirien.

### 1.1.3 Fuglegrupper

#### Andefugle

Andefuglene omfatter ænder, svaner og gæs og udgør en meget artsrig og særdeles talrig gruppe af fugle i Øresund. Til denne gruppe regnes blishøne, der ikke er en andefugl, men på mange måder opfører sig på tilsvarende vis. Blishøna har økologiske krav omtrent som en dykand og forekommer meget talrigt i Øresundsområdet. Langs Øresunds kyster findes flere ynglelokaliteter for andefugle. Saltholm udgør en af Nordeuropas vigtigste ynglepladser for andefugle, med meget store yngleforekomster af en lang række arter. Særlige talrige ynglefugle er ederfugl, svømmeænder, bramgås og grågås.

Store forekomster af andefugle findes i Øresund året igennem. I yngletiden findes særlige koncentrationer især på lavvandede havområder omkring Saltholm, Vestamager og på flere lokaliteter på den svenske kyst, især langs kysten mellem Malmö og Falsterbo-halvøen.

På dybere vand træffes omtrent ingen andefugle, bortset fra trækkende fugle (Nilsson 2001).

I træksæsonerne om foråret og om efteråret er der en intens passage af andefugle op og ned gennem Øresund under andefuglenes flytninger mellem ynglelokaliteter i Østersø-regionen og overvintringsområder mod vest. En stor del af dette træk går gennem Øresund, da sundet forbinder Østersøen med Kattegat, der i sig selv udgør et vigtigt overvintringsområde for andefugle, især havdykænder. Andefugletræk sker desuden mellem yngle- og fødesøgningslokaliteter, samt mellem dagrasteplasser og fødesøgningsområder. Antallet af andefugle, der passerer Øresund enten mellem Østersøen og Kattegat eller mellem Sjælland og Skåne, kan udgøre flere hundredetusinde fugle per sæson.

Andefugletrækket om natten kan være meget betydeligt (20-25% af det samlede træk).

I vinterhalvåret udgør de udstrakte lavvandede havområder ud for Saltholm, de svenske havområder Lundåkrabukten, Lommabukten og Höllviken meget vigtige fødesøgningslokaliteter for andefugle. Hertil kommer flere lokaliteter op mod Storkøbenhavn, herunder Kalveboderne og steder i Københavns Havn.

Det er generelt for andefugles træk- og flugtbevægelser, at de sædvanligvis foregår i ret lav højde, og i mange tilfælde ganske lavt over vandoverfladen. Ved et radar studie i Kalmarsund fandt Petterson (2006) at flyvehøjden for ænder lå mellem 20-400 m, med en stor spredning og et gennemsnit på 110 m.

Gåsetræk vil ofte foregå noget højere, sædvanligvis noget over vindmøllehøjde.

### Rovfugle

Øresund passeres årligt af store antal rovfugle under deres træk til og fra ynglepladser i Skandinavien og længere mod øst. Rovfugle flyver ikke gerne over vand og vil derfor typisk passere Øresund, der som et smalt stræde forbinder Fennoskandinavien og den øvrige del af (Vest-)Europa. Dette markante træk, der kan resultere i ansamlinger af rovfugle større end noget andet sted i Europa, foregår sædvanligvis i højder, der ligger noget over vindmøllehøjde.

Naturlokaliteterne omkring Øresund huser rovfugle året igennem, men ikke i større koncentrationer, der kan give anledning til særlige bekymringer omkring risikoen for kollisioner med vindmøller i Øresundsregionen.

### Vadefugle

En lang række vadefugle findes i Øresund året igennem, af omtrent samme årsager som nævnt under Andefugle: Øresund huser vigtige ynglelokaliteter og rasteplasser og udgør en trækcorridor for de arter af vadefugle, der under trækket er knyttet til kysten.

Vadefugle trækker såvel om dagen som om natten. Om dagen foregår hovedparten af trækket i lav højde, lige over havoverfladen, mens det om natten kan ske i større højder. Arter som hjejle og vibe trækker i store flokke og gerne i større højder, over vindmøllehøjde.

### Spurvefugle

Spurvefugle optræder overordentlig talrigt i Øresundsområdet i forbindelse med forårs- og efterårstrækket. Alene fra spidsen af Falsterbo-halvøen tælles der typisk op mod 1,5 mio. udtrækkende spurvefugle hvert efterår, og det vides, at dette træk blot udgør en mindre del af den samlede mængde af spurvefugle, der passerer Øresund. Spurvefugle trækker såvel om dagen som om natten.

Vejrforholdene er meget afgørende for, i hvilken højde trækket foregår. Et typisk mønster er, at småfugle trækker i lavere højder (0-et par hundrede meter), mens større spurvefugle som duer og kragefugle trækker i større højder (højere end vindmøllehøjde). I diset og fugtigt vejr, samt i modvind, trækker flertallet af fuglene i lavere højder, mens det modsatte er tilfældet i klart vejr og i medvind. I diset og fugtigt vejr og i kraftigere vinde er trækket dog generelt meget begrænset.

Småfugle er sårbare overfor vejrskifte og vil ved f.eks. pludselige forekomster af tågebanker søge mod jorden. Det er typisk i sådanne situationer, at småfugle kan komme på kollisionskurs med vindmøller, høje belyste bygninger som fx Øresundsbroen (og i gamle dage fyrtårne).

### Andre fugle

Traner passerer hen over Øresund i tusindvis ved østlige vinde under deres forårstræk i marts og april. Dette træk foregår i højder, der sædvanligvis ligger langt over vindmøllehøjder. Måger kan ses i et betydeligt aften- og morgentæk mellem Københavnsområdet og Saltholm, hvor de overnatter.

### 1.1.4 Konsekvensvurdering

Øresundsområdet har samlet set en overordentlig stor betydning for fugle; en betydning, der strækker sig igennem hele året.

Den centrale del af Øresund mellem København og Malmö (mod syd ned til Foteviken) er den del af Øresund, som har den største betydning for fugle igennem hele året. Her findes store forekomster af fugle i yngletiden, i træksæsonerne og i vinterhalvåret, og udvekslingen af fugle mellem de enkelte lokaliteter i dette område er meget markant.

Køge Bugt-området er i sammenligning med den centrale del af Øresund af mindre betydning. Køge Bugt Strandpark og især Ølsemagle Revle kan huse store antal fugle, især vadefugle og ænder ved Ølsemagle Revle, men antalmæssigt har denne del af Øresundsområdet en væsentlig mindre betydning end området omkring Vestamager og Saltholm.

Den nordlige del af Øresund, nord for en linje mellem Hellerup og Landskrona, har mindre betydning for ynglefugle og rastende fugle. Større fugleforekomster i denne del af Øresund ses udelukkende i forbindelse med fugletræk gennem Øresund (andefugle, vadefugle) eller på tværs af sundet (rovfugle, spurvefugle, til dels gæs).

Kollisionsrisikoen med vindmøller i Øresund vurderes, at være størst for andefugle, særligt svaner og gæs, der trækker igennem Øresund - eller bevæger sig mellem lokaliteterne i Øresund - i lavere højder (0-200 m). For andefugle såvel som for andre fugle (især småfugle) gælder det, at kollisionsrisikoen i særlig grad er forbundet med vejr-situationer, der medfører dårligt sigt (tåge, tæt regn) eller ved særlige vindforhold tvinger fuglene ned i lavere træk-højder. Da andefugle er tilstede gennem hele året i stort tal, vurderes det, at denne fuglegruppe er mest udsat for kollisionsrisikoen.

I en sammenfatning af erfaringer fra fugleundersøgelserne ved vindmølleparke-erne ved Horns Rev og ved Nysted skriver Energistyrelsen (2006) at risikoen for kollisioner med vindmøllerne viser sig at være meget lav. Ud af 235.000 ederfugle, der passerer Nysted hvert efterår var den beregnede kollisionsrate 0,02% (45 fugle). Denne lave rate blev underbygget af det forhold, at ingen ederfuglekollisioner blev registreret af det infrarøde overvågningsudstyr.

Undersøgelser med radar viste, at fugle er tilbøjelige til at undgå havmølleparke-erne ved Horns Rev og Nysted. Mellem 71% og 86% af alle fugleflokke med kurs mod Horns Rev Havmøllepark ændrede kurs og undgik således at flyve ind mellem vindmøllerne. Der var betydelige bevægelser i udkanten af begge havmølleparker, da fuglene i noget omfang foretrak at flyve udenom parkerne i stedet for ind mellem møllerækkerne.

Både ved Horns Rev og Nysted sås en tendens til at fuglene ændrede trækretning tættere på havmølleparken om natten (0,5 km fra parken) end om dagen (1,5 km fra parken). Det kan ikke udelukkes at visse arter som ederfugl korrigerer deres trækretning allerede på 10-15 kilometers afstand.

Sammenfatningen af erfaringer fra Horns Rev og Nysted vindmølleparkerne viser, at flere vandfuglearter helt udgår vindmølleparkerne, når disse er i drift. Det betyder, at møllerne stilstedeværelse kan reducere det areal, der er til rådighed for vandfugle til rast og fouragering. Arealtabet ved vindmølleparkerne skal derfor beregnes som det konsekvensområde, der ikke længere vil blive udnyttet af fuglene - og ikke blot det areal, der udgøres af møllernes fundament. Ved en undersøgelse ved Tunø Knob fandt man, at ederfugle generelt ikke kom nærmere den enkelte mølle end 100 m (Guillemette et al. 1998).

### 1.1.5 Vurdering af vindmølleplaceringer

På grundlag af ovenstående gennemgang af fugles forekomst og adfærd i Øresundsområdet vurderes det, at de foreslåede vindmølleområder kan rankes på følgende måde, hvor 1 er bedst:

- 1 Område nr. 4, Nivå Flak. Området ligger væk fra den centrale del af Øresund, hvor de største fuglekoncentrationer forekommer. Området ligger samtidig i god afstand til fuglelokaliteter på kysten i Nivå Bugten, hvorved der ikke kan forventes konflikter med fuglelivet på kysten. Området bliver passeret af ande- og vadefugle på træk gennem Øresund, men det ligger ikke i linje med den korte og direkte kurs gennem Øresund. Det forventes derfor ikke, at der vil opstå væsentlige kollisionsrisici med trækkende ande- og vadefugle. Rovfugle og spurvefugle kan især ved vestlige vindforhold krydse Øresund på dette sted. Under normale vejrforhold foregår dette træk i højder, der ligger væsentligt over vindmøllehøjder. I dårligt vejr - hvor trækket dog som oftest er markant mindre - kan fuglene tvinges ned i lavere højder, hvor kollisionsrisikoen er tilstede.
- 2 Område nr. 1, Køge Bugt. Området ligger væk fra den centrale del af Øresund, hvor de største fuglekoncentrationer forekommer. Køge Bugt er ikke en betydende vandfuglelokalitet. Området ligger samtidig i god afstand af fuglelokaliteterne langs Køge Bugt, hvorved der ikke forventes konflikter med fuglelivet på kysten. Området berøres ikke af ande- og vadefugletrækket gennem Øresund, da det ligger længere mod vest. Da området imidlertid ligger på den direkte rute for lokalt træk mellem fuglelokaliteterne langs Køge Bugt og de vigtige lokaliteter i den centrale del af Øresund, vurderes dette område til at være mindre godt end Nivå Flak. Område nr. 1, Køge Bugt, berører næppe rovfugle- og spurvefugletrækket over Øresund, hvorved kollisionsrisikoen synes meget lille.
- 3 Område nr. 2, Aflandshage. Området ligger tættere på de vigtige, centrale dele af Øresund, der har afgørende betydning for fuglelivet. Det vides ikke, i hvor høj grad fugle fra de vestlige dele af Natura 2000-området Vestamager passerer Aflandshage under trækket mod syd eller mod de svenske lokaliteter f.eks. omkring Falsterbo-halvøen. Området er placeret i nogen afstand fra kysten, således at det kystnære træk af andefugle og vadefugle ikke berøres af dette område.

- 4 Område nr. 3, Nordre Flint vurderes at være markant dårligere end de øvrige tre områder, fordi en placering her vil lægge beslag på et meget stort og egnet raste- og fødesøgningsområde. Området er stort og ligger umiddelbart øst for en af de vigtigste fuglelokaliteter i Nordeuropa, Saltholm. Området er dog placeret uden for Natura 2000-grænsen, der markerer grænsen for de mest betydelige dele af Saltholm. Kollisionsrisikoen skyldes især, at Nordre Flint ligger mellem Saltholm og de vigtige fuglelokaliteter på den svenske kyst, Lomma-bukten og Lundåkra-bukten. Her foregår der særligt i vinterhalvåret, betydelige træk af andefugle. Ydermere ligger Nordre Flint på trækruten for fugle, der bevæger sig mellem Vestamager (og ikke mindst havet omkring) og de svenske fuglelokaliteter. Nordre Flint ligger desuden på den trækruten, der går nord og syd gennem Øresund, og som benyttes såvel forår og efterår af især andefugle og vadefugle. I forbindelse med en eventuel VVM-redegørelse, vil det skulle afklares om virkningerne på fuglelivet vil være midlertidige eller varige, og om de eventuelt kan afværges. Hensynet til fugleinteresser vurderes dog ikke, at udelukke området som muligt placeringssted for havvindmøller.

#### 4.3.1 Natura 2000-områder

Øresundsområdet, inklusive Køge Bugt, rummer et større antal Natura 2000-områder, se Tabel 4.12, samt Figur 4.10. Tabellen giver et indtryk af de arter i udpegningsgrundlaget, der vurderes til at være mest sårbare overfor en opstilling af vindmøller.

Tabel 4.12 Oversigt over Natura 2000-områder i Øresund. Data fra <http://www.blst.dk/Natura2000plan/Natura2000omraader/Habitat/Udpegningsgrundlag/> samt <http://w3.vic-metria.nu/n2k/jsp/search.do>

Natura 2000-område	Habitat-område	Fuglebeskyttelsesområde	Udpegningsgrundlag (uddrag af relevante arter)
Saltholm og omliggende hav	√	√	<u>Ynglefugle</u> : Bla. bramgås, fjordterne, havterne, dværgterne, mosehornugle <u>Trækfugle</u> : Bla. sangsvane, knopsvane, grågås, bramgås, pibeand, ederfugl Gråsæl, spættet sæl
Vestamager og havet syd for	√	√	<u>Ynglefugle</u> : Bla. havterne, dværgterne, mosehornugle <u>Trækfugle</u> : Bla. knopsvane, troidand, stor skallesluger, lille skallesluger
Ølsemagle Strand og Stau-nings Ø	√		Ingen arter på udpegningsgrundlaget
Stevns Rev	√		Ingen arter på udpegningsgrundlaget

Falsterbohalvön	√		Gråsæl, spættet sæl
Falsterbo-Foteviken		√	<u>Fugle</u> : Arter af rovfugle, pibesvane, sangsvane, terner, bramgås, hjejle (alle som trækkende fugle) Gråsæl og spættet sæl (ikke på udpegningsgrundlaget)
Vellinge ängar	√		Ingen arter på udpegningsgrundlaget
Tygelsjö-Gessie	√		Ingen arter på udpegningsgrundlaget
Lommabukten	√		Ingen arter på udpegningsgrundlaget
Lommaområdet		√	<u>Trækfugle</u> : Bla. dværgterne, bramgås
Löddeåns mynning		√	<u>Trækfugle</u> : Bla. dværgterne, fjordterne, bramgås, sangsvane, pibesvane, hjejle
Saxåns mynning-Järavallan	√		Ingen arter på udpegningsgrundlaget
Lundåkrabukten		√	<u>Trækfugle</u> : Fjordterne, splitterne, havterne, dværgterne, knopsvane, hjejle

De danske Natura 2000-områder, der har størst betydning for fugle, er Saltholm og Vestamager, mens de svenske områder med særlig betydning for fugle strækker sig fra Falsterbo-halvøen og havet omkring halvøen og op langs den skånske kyst til Landskrona mod nord.

Der sker en hyppig udveksling af fugle mellem disse lokaliteter på den danske og den svenske side af Øresund, alt efter fødeudbud, vejrforhold, forstyrrelser, isdannelse mv. Natura 2000-områderne Vestamager, Saltholm, Falsterbo-Foteviken, Lomma-området og Lundåkra-bukten indgår således i et netværk af fuglelokaliteter, der alle benyttes af de fugle, der optræder i Øresundsregionen.

Det betyder, at de nævnte Natura 2000-lokaliteter er kerneområder i det meget store område i den centrale del af Øresund. Alle negative påvirkninger af fugle inden for dette store område vil udgøre en potentiel risiko for tilstanden af de pågældende Natura 2000-områder og dermed deres bevaringsstatus.

### 4.3.2 Konsekvensvurdering for Natura 2000-områderne

I overensstemmelse med lovgivningen vil Øresunds Natura 2000-områder ikke blive direkte berørt af de foreslåede vindmølleplaceringer. Seks af de tretten Natura 2000-områder er imidlertid udpeget af hensyn til beskyttelse af fuglelivet, hvilket betyder at udpegningsgrundlaget kan blive påvirket. Jf. Bekendtgørelse nr. 408 af 1. Maj 2007 om udpegnings og administration af internationale



beskyttelsesområder skal der foretages en konsekvensvurdering for et Natura 2000-område, hvis det ikke på forhånd kan afvises, at en given aktivitet kan have negative følger for Natura 2000-området - uagtet om påvirkningen sker uden for områdets grænser.

Natura 2000-områderne ligger som et netværk i og omkring Øresund og områderne, der er udpeget som EF-fuglebeskyttelsesområder benyttes i meget stor udstrækning af fugle fra en stor del af Øresundsregionen. Der sker en hyppig udveksling af fugle mellem de enkelte Natura 2000-områder, der har en væsentlig økologisk forbindelse. Dette forhold betyder to ting:

- At påvirkninger, der rammer fugle, der indgår i udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områderne, kan medføre negative konsekvenser for tilstanden og dermed bevaringsstatus for de pågældende Natura 2000-områder, samt
- At negative påvirkninger i ét Natura 2000-område kan medføre negative påvirkninger af et andet Natura 2000-område i Øresundsområdet.

#### 4.3.3 Vurdering af vindmølleplaceringer

På grundlag af ovenstående beskrivelse af Natura 2000-områderne i Øresundsområdet, vurderes det, at de foreslåede vindmølleområder kan rankes efter deres potentielle påvirkning af Natura 2000-områder, hvor 1 er bedst:

- 1 Nivå Flak. Området ligger ikke i nærheden af Natura 2000-områder, der kan blive påvirket direkte eller indirekte gennem opstilling af vindmøller. Vindmøller opstillet i dette område vil næppe medføre negative påvirkninger af fugle, der indgår i udpegningsgrundlaget for Natura 2000-områderne i Øresund.
- 2 Køge Bugt. Området ligger i en afstand af 3-4 km fra Natura 2000-område Vestamager og havet syd for. Det vurderes at denne afstand betyder, at der ikke vil ske direkte påvirkninger af dette Natura 2000-område. Det vurderes samtidig, at fugletrækket mellem Køge Bugt og de centrale dele af Øresund ikke er så omfattende, så vindmølleplaceringer i dette område vil have væsentlige negative konsekvenser for dette lokale træk.
- 3 Aflandshage. Området er placeret på grænsen til Natura 2000-området Vestamager og havet syd for, og det ligger op mod de områder i det centrale Øresund, der benyttes af fugle, der bevæger sig mellem egnede lokaliteter i denne del af Øresund. Fugle, der forlader området omkring Vestamager og Kalveboderne i en sydlig retning, vil have en retning mod denne vindmølleplacering. Det vurderes derfor, at der er nogen risiko for kollisioner mellem fugle og de vindmøller, der opstilles i dette område.
- 4 Nordre Flint. Området er placeret som en halvcirkel omkring Natura 2000-området Saltholm om omliggende hav. Saltholm er som nævnt en af Nordeuropas vigtigste fuglelokaliteter og er samtidig placeret centralt i Øresund, mellem flere andre meget vigtige fuglelokaliteter. Vindmøller opstil-

let på Nordre Flint vil stå i en afstand af 3,5 km til selve Saltholm, men vil være tæt på Natura 2000-området. Det vurderes, at der er risiko for, at møl-ler opstillet på Nordre Flak vil kunne få negative konsekvenser for de fug-  
le, der bevæger sig til og fra Saltholm. Væsentlige påvirkninger af fugle i hele den centrale del af Øresund, med Saltholm som et kerneområde, vil medføre negative effekter for udpegningsgrundlaget - og dermed beva-  
ringsstatus - for alle Natura 2000-områder i denne del af Øresund. Dette vil skulle undersøges nærmere i forbindelse med en VVM.

## 4.4 Marinarkæologi

### Metode

De marinarkæologiske forhold i Øresund er kortlagt vha. digitale oplysninger, der er hentet fra Det Kulturhistoriske Centralregister (DKC), som administreres af Kulturarvsstyrelsen (KUAS). De marinarkæologiske fundsteder er vist på Figur 4.12.

### Køge Bugt

På den forslåede vindmølleplacering i Køge Bugt er der registreret følgende fund:

- Udateret vrag fra nyere tid (1660 - )
- Vrag af et lystfartøj fra perioden 1939-45, 2. Verdenskrig. Der er tale om vraget af en motorbåd ved navn Kronborg med hjemsted i Århus, sunket 1. juli 1943. Positionsangivelsen er usikker.

### Aflandshage

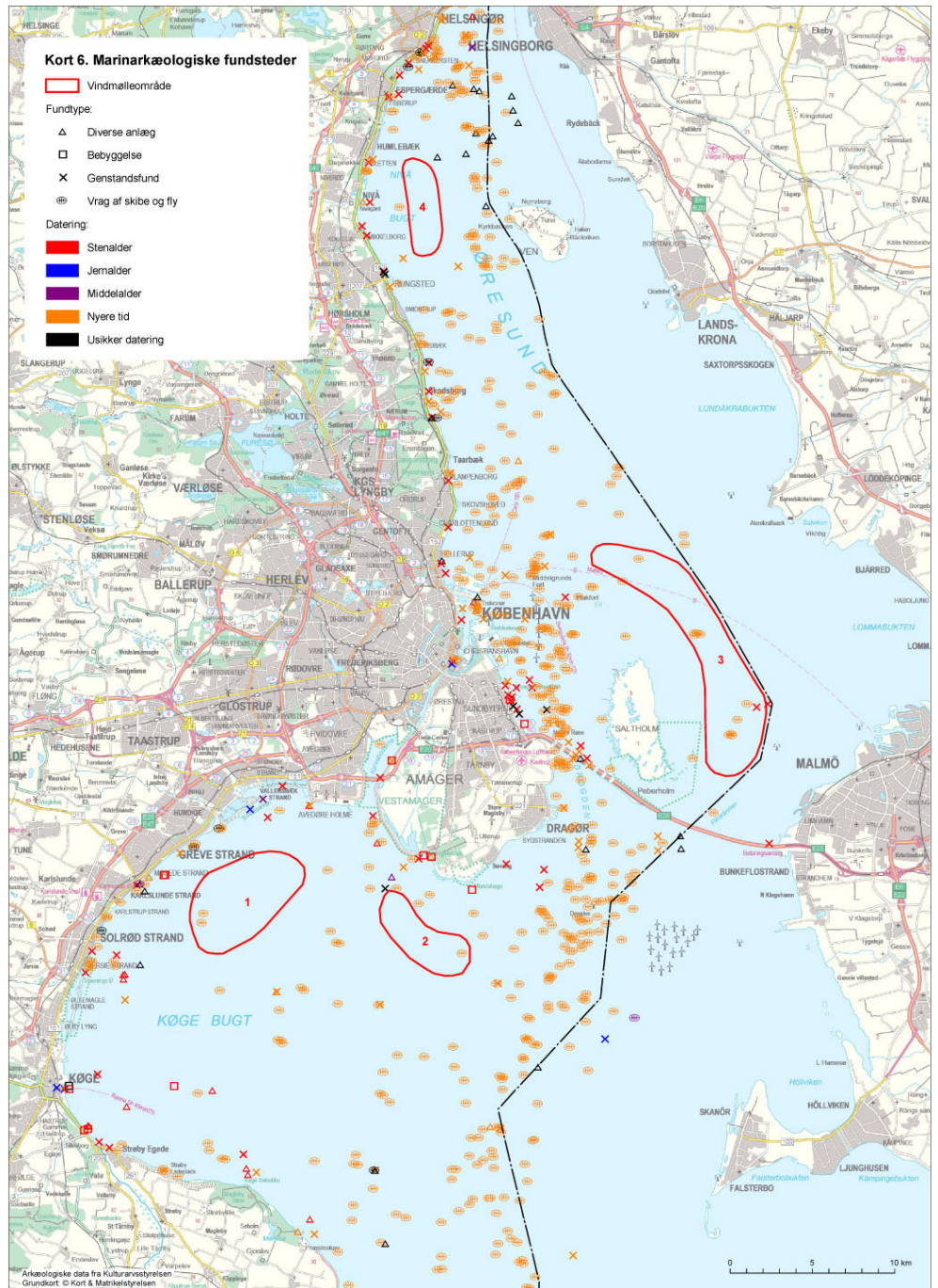
I farvandet syd for Aflandshage er der registreret 3 fund i og i umiddelbar nær-  
hed af vindmølleområdet:

- Vrag dateret 1900 - 1909 af lystfartøjet Phifto med hjemsted i Hundige. Vraget er hævet.
- Vrag dateret 1950 - 1959 af et fiskefartøj. Vraget er hævet.
- Udateret enkeltfund. Opfiskede rebstumper på 8-9 m dybde i 1958.

### Nordre Flint/Saltholm Flak

I området ved Nordre Flint/Saltholm Flak er der registreret følgende fund, her nævnt fra nord til syd:

- Vrag dateret 1960 - 1969 af lystfartøjet Pajopa. Vraget er hævet.
- Vrag dateret 1940 - 1949 af fiskekutter Hans K1231. Vraget er hævet.
- Vrag dateret 1939-45, 2. Verdenskrig af motorgalease Gustav. Vraget er nedsprængt 1943. Usikker forlisdato.



Figur 4.12 Marinarkæologiske fundsteder i Øresund.

- Vrag dateret 1800 - 1850 af orlogsskib Charlotte Amalie med hjemsted: København. I 2003 gennemførte Nationalmuseet Undersøgelser på vraget for at konstatere type og alder og mulig identifikation. Fartøjet blev målt til 49 x 13 m, med 19 støbejernskanoner, antagelig 18 eller 24 pd., 270 cm lange. Udenfor vraget fandtes en kapstan. Spanter og klædning af eg med spor af forhudning af fyrretræ beslået med kobbersøm. Vraget er antagelig resterne af det armerede koffardiskib Charlotte Amalie, som efter slaget på Reden 1801 blev slæbt væk, stukket i brand af englænderne og sunket ved Saltholm.

- Diverse anlæg og genstande fra stenalder. Dykkerbesigtigelse af modeludpeget lokalitet for stenalderbosættelse. Mellem 6,7 - 9,2 m dybde fandtes et naturligt lag flint, herimellem 2 sandsynlige humane afslag.
- Vrag dateret 1939-45, 2. Verdenskrig af dampskib. 1941.
- Vrag dateret 1914-18, 1. Verdenskrig af 2-mastet skonnert: Columbus.
- Udateret vrag fartøj fra nyere tid (1660 - )

#### **Nivå Flak**

Ved Nivå Flak er der registreret 2 marinarkæologiske fundsteder, lige udenfor vindmølleområdet:

- Vraget af et fartøj fra perioden 1914-18, 1. Verdenskrig.
- Et enkeltfund af fra perioden 1900-1909 bestående af 13 m lang mast med sejl.

#### **Sammenligning af alternativer**

Ved placering af vindmøller ved Nordre Flint vil der i forbindelse med detailprojektering og anlæg af vindmøllerne skulle tages hensyn til marinarkæologiske forhold.

Ingen af de øvrige placeringer vil indebære væsentlige konflikter med kendte marinarkæologiske fundsteder.

Det kan ikke udelukkes, at der i forbindelse med anlægsfasen gøres nye marinarkæologiske fund.

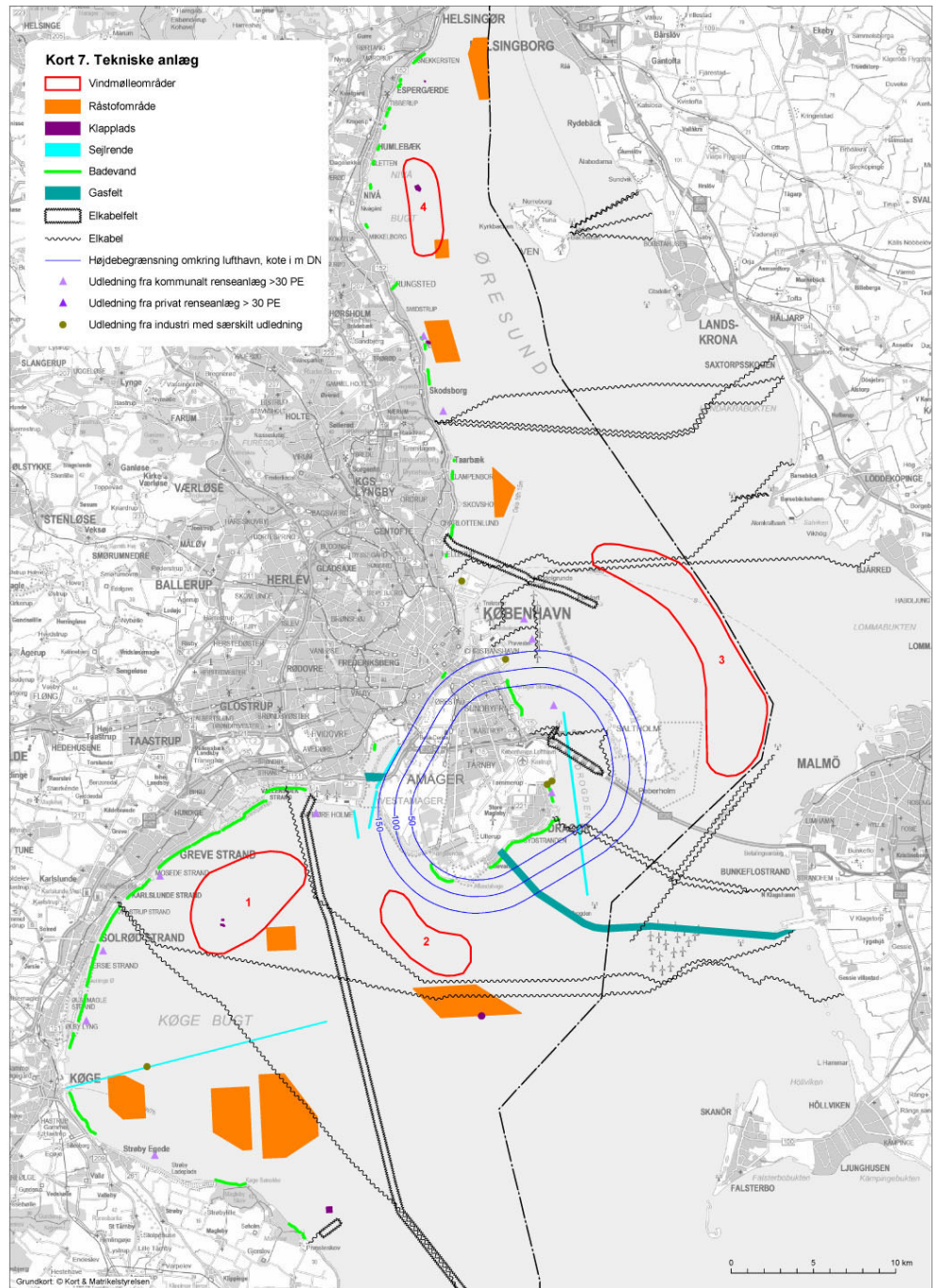
Det kun i ganske særlige tilfælde ved betydningsfulde marinarkæologiske fund (f.eks. af samme karakter som vikingeskibene fundet ved Skuldelev i Roskilde Fjord), at eventuelle anlægsarbejder sættes i stå i længere tid.

## **4.5 Råstofinteresser og klappladser**

### **Metode**

Ved udpegningen af vindmølleområderne er der taget hensyn til den mulige indvinding af råstoffer, især sand, grus samt skaller der indvindes på havbunden. Der er endvidere taget hensyn til klappladser. Vurderingerne af disse forhold er baseret på oplysninger, som er indhentet fra By- og Landskabsstyrelsen (BLST).





Figur 4.13 *Oversigt over råstofvindingsområder, søkabler og andre tekniske anlæg i Øresund*

**Sammenligning af alternativer**

Råstofvindingsområderne er vist på Figur 4.13. Området ved Nivå Flak skal detailplanlægges, så råstofområdet friholdes. De øvrige undersøgte alternativer berører indvindingsområder for råstoffer på havbunden.

I vindmølleområderne 1: Køge Bugt og 2: Nivå Flak er der givet tilladelse til klappning. Formodentlig drejer det sig om klappning af havnesediment. Der vil derfor i forbindelse med anlægsfasen skulle tages hensyn til klappadserne, så

gravearbejder i disse undgås. I forbindelse med detailprojektering af vindmøllefundamenterne skal det sikres, at der ikke sker spredning/ophvirvling af det klappede materiale. I de øvrige vindmøllerområde er der ikke givet tilladelse til klappning.

## 4.6 Sejladsmæssige forhold, kollisionsrisiko, VTS-systemet og skibsovervågning

### 4.6.1 Metode

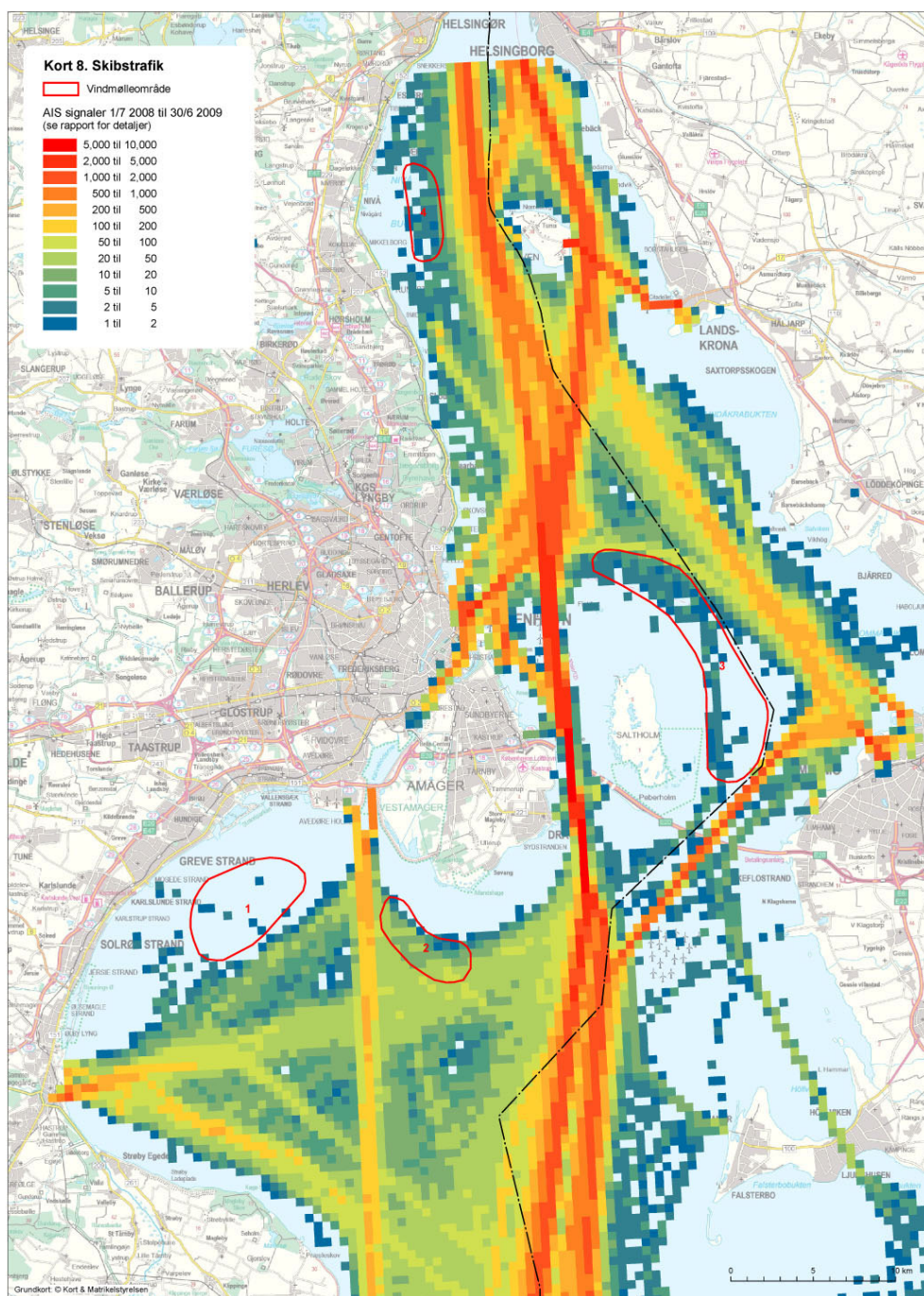
For hver af de fire havvindmølleområder er foretaget en vurdering som beskrevet nedenfor. Vurderingerne er rapporteret i afsnit 4.6.2 til 4.6.5, hvorefter der er foretaget en sammenligning i afsnit 4.6.6.

#### Sejladsmæssige forhold

Det vurderes først, om vindmøllerne kan være til gene for den erhvervsmæssige sejlad i Øresund. Denne vurdering sker ud fra en kortlægning af skibstrafikken i Øresund, som COWI har udført i forbindelse med en igangværende analyse af risikoen for olie- og kemikaliefurening i HELCOM-området (i denne sammenhæng Østersøen inkl. indre danske og svenske farvande til en linje mellem Skagen og grænsen mellem Norge og Sverige), der udføres i et samarbejde mellem landene omkring Østersøen for midler fra EU. Kortlægningen er udført på grundlag af skibenes AIS-signaler (AIS = Automatic Identification System). AIS signalet indeholder oplysninger om skibets identitet, position, kurs, fart, dybgang mm. AIS signalerne udsendes med få sekunders mellemrum, men kortlægningen af skibstrafikken er sket ud fra en opsamling af signaler med ca. 6 minutters mellemrum. Alle skibe større end 300 bruttotons skal have AIS, og en del mindre skibe har også AIS. Bruttotons (BT) er et mål for skibets rumfang. Som eksempler på skibe, der er lidt over 300 bruttotons kan nævnes:

- Slæbebåden Svitzer Mars, 380 BT, længde 30,3 m, bredde 11,0 m, maksimal dybgang 4,1 m.
- Fragtskibet Dan Carrier, 462 BT, længde 41,11 m, bredde 9,17 m, maksimal dybgang 3,38 m.

Et billede af skibstrafikken på grundlag af AIS-signalerne er vist på Figur 4.14. Kortet viser, hvor mange registreringer af skibe større end 300 BT, der har været i hver af cellerne på kortet i løbet af året fra 1. juli 2008 til 30. juni 2009. Cellerne er ca. 500 m gange 500 m store. Ved en typisk hastighed på 12 knob (22,2 km/t) sejler et skib 2,2 km på de 6 minutter mellem to AIS signaler. Dvs. skibet vil ikke blive registreret i alle de celler, som det passerer. Kortet giver dog et godt billede af, hvor skibene sejler. Det bemærkes, at det for en del af skibene ikke har været muligt med sikkerhed at bestemme, om skibet er større eller mindre end 300 BT. Her er foretaget et skøn ud fra oplysning om skibets længde.



Figur 4.14 Sejlads i Øresund 1. juli 2008 til 30. juni 2009 ud fra AIS-signaler med ca. 6 min. mellemrum. Skibe større end 300 BT

Herudover er oplysninger om skibstrafikken i (Rambøll 2006) anvendt.

Som supplement til vurderingerne for små fritidsfartøjer i afsnit 4.9 er der foretaget en vurdering af mulige gener for fritidsfartøjer omfattende både kortere sejlads fra en havn og retur, inklusive aftenkapsejladser samt sejlads fra havn til havn f.eks. i forbindelse med sommerferiesejlads. Denne vurdering bygger på oplysninger i søkortet samt oplysninger om placering af kapsejladsovrådet



fra hjemmesiden [www.kapsejlads.dk](http://www.kapsejlads.dk) (Køge Bugt Kredsen under Dansk Sejlunion).

Det bemærkes i denne sammenhæng, at vindfeltet bag vindmøllerne vil være forstyrret i en afstand af op til 10 gange højden til vingspids, dvs. i op til 1,5 km afstand. Afstanden fra et kapsejladsområde til nærmeste mølle bør derfor så vidt muligt være mindst 1,5 km.

Dernæst vurderes risikoen for skibskollision som følge af havvindmøllerne. Denne vurdering omfatter:

- Risikoen for skibskollision mod havvindmøllerne. Der er foretaget en kvalitativ vurdering for skibstrafikken i Øresund ud fra den modellering, der er anvendt for havvindmøllerne nord for Sprogø, som igen bygger på modelleringen af risikoen for skibskollision mod Storebæltsforbindelsens broer. Her er der set på følgende scenarier. (Numrene I, II og IV refererer til arbejde for A/S Storebælt. Et tidligt scenario III med brokollision på grund af skibes undvigemanøvrer blev vurderet at være irrelevant for Storebæltsforbindelsen):

I På grund af menneskelige fejl eller tekniske svigt sejler skibet i nogen afstand fra den rigtige sejlroute. Afstanden fra sejlruten er fordelt som på sejlruten før opstilling af vindmøllerne. Sådanne fordelinger er bestemt i Storebælt i forbindelse med analyserne af risikoen for kollision mod broerne her. Der er anvendt en kombination af en uniform fordeling med begrænset udstrækning og en normalfordeling. For hovedruterne er fordelingerne sådan, at scenario I i praksis ikke kan forekomme uden for 800 m fra sejlruten. For sekundære ruter er spredningen større, så scenario I kan optræde op til ca. 2 km fra sejlruten. I (Rambøll 2006) er der i Appendix 2 og 3 vist diagrammer over skibspassager, hvorfra der også kan fås et billede af spredningen. Relevante eksempler er:

- Sydgående trafik mellem Nivå og Ven: Fra 1,4 km vest for sejlruten til 1,1 km øst for sejlruten
- Sydgående trafik i den nordlige del af Hollænderdybet (mellem Middelgrunden og Saltholm): Fra 490 m vest for sejlruten til 400 m øst for sejlruten.

Hvis der arbejdes videre med de foreslåede vindmølleplaceringer, vil fordelingerne for alle relevante sejlruer skulle bestemmes. Der kan muligvis være tale om større spredning end i de ovennævnte eksempler.

II På grund af en menneskelig fejl undlader skibet at dreje ved et knæk i sejlruten og fortsætter mod et vindmølleområde. Under skibets sejlads fra knækket mod vindmølleområdet er der en sandsynlighed for, at fejlen bliver opdaget. Denne sandsynlighed stiger med stigende afstand, således at sandsynligheden for, at vindmølleområdet bliver ramt, falder med stigende afstand fra knækket i sejlruten.

- IV På grund af menneskelig fejl eller tekniske svigt sejler skibet i stor afstand fra den rigtige sejlroute. Sandsynligheden for dette scenario, der er relevant for alle vindmølleplaceringer uanset afstand til sejlrueten, er ca. 100 gange mindre end sandsynligheden for scenario I.

Endelig vurderes risikoen for kollision mellem den generelle skibstrafik i Øresund og skibstrafik til og fra vindmøllerne dels i anlægsfasen, dels i driftsfasen. Som grundlag for denne vurdering er der gjort følgende antagelser:

- I anlægsfasen vil store komponenter såsom fundamenter, mølletårne og møllevinger blive sejlet fra en havn nær produktionsstedet, som formentlig vil være uden for Øresundsområdet. Sejlads af mindre komponenter og personale vil ske fra en havn i området, formentlig enten Prøvestenen, Dragør, Avedøreværkets Havn eller Køge afhængig af møllernes placering. En stor del af denne sejlads vil være med små både, som også vil kunne anvende lystbådehavnene i området såsom Hundige eller Nivå.
- I driftsfasen vil sejlads ske fra en havn i området, formentlig enten Prøvestenen, Dragør, Avedøreværkets Havn eller Køge samt Hundige eller Nivå som nævnt ovenfor. Der vil i gennemsnit være af størrelsesordenen 2 ture pr. år pr. mølle. Med i alt ca. 120 møller ved fuld udbygning svarer det til 120 sejladsdage under antagelse af, at to møller besøges per sejlads. Område 4, Nivå Flak, er så lille, at det kun kan anvendes samtidig med udbygning af et andet område.

Det gælder generelt, at trafikken til og fra vindmølleområderne vil være lille sammenlignet med den generelle trafik i Øresund selv i anlægsfasen, hvor trafikken til havvindmøllerne er væsentligt større end i driftsfasen. (Denne vurdering bygger for anlægsfasen på konkrete overvejelser i forbindelse med havvindmøllerne nord for Sprogø. Her har vi ganske vist væsentligt flere møller end i Storebælt, men det medfører snarere en længere byggeperiode end en større skibstrafik per tidsenhed). Forøgelsen i kollisionsrisikoen, som følge af sejladsen til og fra vindmøllerne, vil derfor generelt være lille i forhold til den nuværende kollisionsrisiko. I vurderingen for de enkelte havvindmølleområder er derfor lagt vægt på forskelle mellem områderne.

### Sound VTS og trafikovervågning

Fra Per Bech Hansen, chef for Sound VTS, er der 6. april 2010 telefonisk modtaget følgende oplysninger om Sound VTS (VTS = Vessel Traffic Service, system til assistance for trafikken):

- Der er indsendt ansøgning til IMO, International Maritime Organisation, om, at Sound VTS ændres fra et frivilligt system til et system med meldepligt fra 1. sep. 2011. Samtidig udvides dækningen til at omfatte området mellem Gilleleje - Kullen og Stevns - Falsterbo.
- For at kunne dække det udvidede område har Sound VTS fået flere radarer, så der nu er følgende:

- I Danmark:  
Stevnsfortet  
Drogden Fyr  
Nordre Røse Fyr  
Peberholmen (midt på øen)  
Helsingør (på havnen)
- I Sverige:  
Falsterbo (på land)  
På molen i Klagshamn  
På molen i Limhamn  
Landskrona  
Kullen

Opstilling af vindmøllerne vil først ske efter, at denne ændring er sket. Skibstrafikken i og omkring alle de foreslåede havvindmølleplaceringer vil således være overvåget af Sound VTS. Det vil generelt nedsætte risikoen for kollisioner som følge af havvindmøllerne.

I forbindelse med opstilling af havvindmøllerne nord for Sprogø blev det identificeret, at disse møller, der har en mindste afstand til nærmeste radar (på Sprogø) på kun 1,3 km, vil kunne give anledning til falske ekkoer hos Storebælt VTS. Det blev vurderet, at disse falske ekkoer ville kunne opfattes af Storebælt VTS som virkelige skibe, hvilket ville vanskeliggøre arbejdet for Storebælt VTS og føre til dårligere rådgivning af skibstrafikken. Radaren på Sprogø blev derfor afskærmet i retning mod vindmøllerne, og der blev installeret en ny radar på den ene af Østbroens pyloner.

I forbindelse med dette arbejde blev erfaringerne fra Øresund VTS indhentet. Her havde man ikke haft problemer som frygtet ved Storebælt, men afstanden mellem møller og radarer er også væsentligt større, 3,8 km fra radar på Drogden Fyr til nærmeste mølle i Lillgrund Vindkraftpark og 4,5 km fra radaren på Nordre Røse til nærmeste vindmølle på Middelgrunden. Ved ovennævnte telefoniske kontakt 6. april 2010 gav Per Bech Hansen følgende supplerende oplysninger om vindmøller og radarer:

- Der ses af og til falske ekkoer fra møllerne på Lillgrund. Det er ekstra refleksioner fra møllerne. De ses som streger på skærmen og forsvinder igen efter en eller få rotationer af radaren. De er ikke egentlig forstyrrende for driften af VTS.
- Der er ikke set falske ekkoer, som bevæger sig, så de fejlagtigt kunne opfattes som virkelige skibe.

For hver af de foreslåede havvindmølleområder er det vurderet, om havvindmøllerne vil kunne forstyrre Sound VTS' overvågning af skibstrafikken.

#### **Generelle bemærkninger**

Det bemærkes, at hvis der skal arbejdes videre med de foreslåede placeringer af havvindmøller, vil søfartsmyndighederne, Søfartsstyrelsen og Farvandsvæse-

net, skulle inddrages, ligesom det anbefales, at relevante interesseorganisationer som Dansk Sejlunion inddrages.

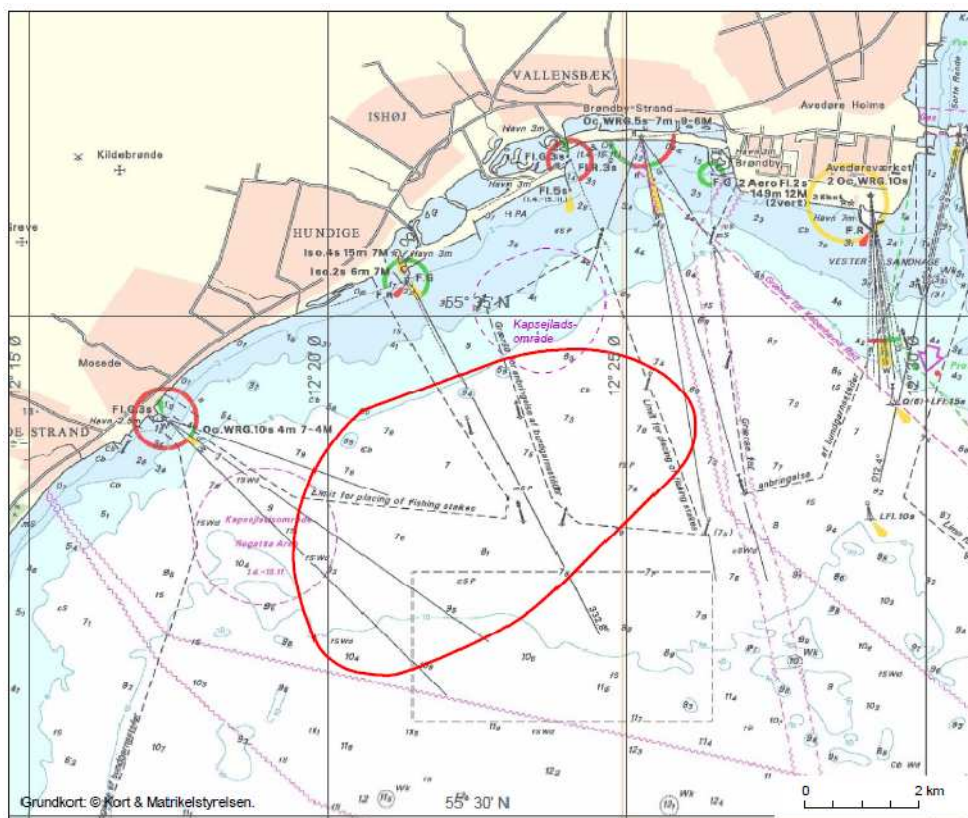
Endvidere vil Sound VTS skulle inddrages i vurderingen af de foreslåede havvindmølleområder.

#### 4.6.2 Område 1, Køge Bugt

##### Sejladsmæssige forhold

Dette havvindmølleområde er placeret i et område uden egentlig erhvervssejlad. Vindmøller placeret her vil ikke være til gene for erhvervstrafikken.

Det foreslåede havvindmølleområde dækker en del af det kapsejladsområde mellem Hundige og Vallensbæk, der anvendes ved Køge Bugt Kredsens kapsejladser, se Figur 4.15. Der er fra 1. maj til 30. sep. (bortset fra juli måned) ugentlige kapsejladser for sejlklubberne i området, dvs. for et relativt stort antal både. Denne konflikt skal løses, enten ved at ændre vindmølleområdet eller flytte kapsejladsområdet, eller mest sandsynligt en kombination heraf. I denne forbindelse bemærkes, at for at undgå forstyrrelse af vinden på kapsejladsbanen bør afstanden fra nærmeste vindmølle til banen være mindst 1,5 km som nævnt i afsnit 4.6.1. Med den foreslåede placering af vindmøllerne i området er det undgået at have vindmøller inden for kapsejladsområdet, se Figur 2.3.



Figur 4.15 Havvindmølleområde 1, Køge Bugt, med kapsejladsområde mellem Hundige og Vallensbæk indtegnet (ses ikke på søkort).

Der er også et kapsejladssområde ud for Mosede Havn, som berøres af havvindmølleområdet. Dette kapsejladssområde anvendes formodentlig af væsentligt færre både end det ovenfor omtalte kapsejladssområde. Det vil skulle flyttes mod vest eller sydvest og/eller vindmølleområdet vil skulle ændres.

Lystsejladss langs kysten vil kunne foregå mellem kysten og havvindmølleområdet. Det vil dog her skulle sikres, at evt. bundgarn ikke blokerer for denne sejladss. Dvs. de nuværende områder afsat til bundgarn vil ikke kunne udnyttes. Vindmøllerne vil kunne medføre en mindre omvej for både, der sejler mellem lystbådehavnene i den nordlige del af Køge Bugt og farvandet ud for Stevns, f.eks. i forbindelse med sommerferiesejladss. Det gælder især for Hundige Havn. Derimod vil vindmøllerne ikke være til gene for den store sommerferietrafik i Øresund, idet den går mellem Stevns og Drogden.

På grund af de meget store afstande fra møllerne til egentlige sejlruiter for erhvervstrafik vil risiko for skibskollision mod møllerne være forsvindende lille. Scenarierne I og II kan ikke forekomme. Den nærmeste egentlige sejlroute er mellem Avedøreværkets Havn og farvandet ud for Stevns. Afstanden er ca. 3 km fra kanten af havvindmølleområdet. Trafikken på denne rute er beskeden. Den vurderes til at være maksimalt 1000 skibe større end 300 BT per år. Ifølge Danmarks Statistik var der 208 anløb af Avedøreværkets Havn i 2008, men herudover er der trafik til og fra området mellem Avedøre Holme og Amager.

Hvis Køge, Avedøreværkets Havn eller Hundige anvendes som hovedhavn for sejladss til og fra havvindmøllerne, så vil risikoen for kollision mellem den generelle skibstrafik og trafikken til og fra havvindmøllerne være forsvindende lille. Hvis Dragør anvendes i stedet vil den være noget større, men stadig lille.

#### **Sound VTS og trafikovervågning**

Dette havvindmølleområde er meget langt fra Sound VTS's nærmeste radar på Drogden Fyr. Dette havvindmølleområde vil ikke give nogen problemer for Sound VTS.

### **4.6.3 Område 2, Aflandshage**

#### **Sejladsmæssige forhold**

Dette havvindmølleområde er placeret i et område, hvor der er nogen erhvervssejladss. Ud fra de i afsnit 4.6.1 omtalte AIS signaler er der registreret 970 passager af skibe med AIS gennem området, heraf 749 større end 300 GT. Trafikken gennem området består af følgende:

- Skibe mellem Køge og Drogden (farvandet mellem Amager og Saltholm). Hvis der bygges havvindmøller i dette område, så vil denne skibstrafik skulle passere syd om havvindmølleområdet. Dette vil imidlertid kun give en ubetydelig forlængelse af sejladss, af størrelsesordenen 0,5 sømil eller ca. 1 km. Eksempler på skibe med et stort antal passager her er et uddybningsfartøj på 453 BT og en lodsåd på 19 BT.

- Skibe, der fra Drogden runder Amager for at sejle ind i den nordlige del af Køge Bugt, f.eks. til Avedøreværkets Havn. For disse skibe vil passage syd om havvindmølleområdet betyde en omvej af størrelsesordenen 3 sømil eller 5,5 km. Eksempler på skibe med et stort antal passager her er det ovennævnte uddybningsfartøj og et fragtskib på 1596 BT.

Ud fra registreringerne kan fordelingen på de to trafiktyper ikke umiddelbart opgøres. Det vurderes dog, at hovedparten af de registrerede passager er mellem Køge og Drogden. Det bemærkes, at hovedtrafikken til og fra Avedøreværkets Havn går til farvandet ved Stevns, som det fremgår af Figur 4.14.

Der er ingen konflikt med kapsejlsbaner, men lystbådssejls mellem lystbådehavne i den nordlige del af Køge Bugt og Drogden vil blive forlænget, hvis bådene skal sejle syd om vindmølleparken. Hvis lystbådssejls gennem Natura 2000 området kan accepteres, så vil man kunne afmærke en sejlroute nord for vindmøllerne og syd for 2 m dybdekurven og hermed undgå forlængelse af sejladsen.

Sejlruten mellem Drogden og Køge og sejlruten rundt om Amager passerer så tæt på havvindmølleområdet, at der måske kan ske scenario I kollisioner, jf. afsnit 4.6.1. Da der tale om sejlruter med beskeden trafik, så er risikoen dog lille. Ved placeringen af bøjler til afmærkning af vindmøllerne vil man kunne foretage en afvejning mellem ønsket om kort sejlads og en afstand til vindmøllerne, der reducerer kollisionsrisikoen. Sejlruten mellem Avedøreværkets Havn og farvandet ved Stevns passerer i en afstand af godt 1 km fra kanten af vindmølleområdet. Scenario I kollisioner kan derfor ikke udelukkes, jf. afsnit 4.6.1. Trafikken her vurderes at være af størrelsesordenen max. 1000 skibe per år større end 300 BT. Dette er også en beskeden trafik, så risikoen vil være lille.

Afstanden til den store nord-syd-gående skibstrafik i Øresund er stor.

Hvis Avedøreværkets Havn eller Hundige anvendes som hovedhavn for sejlads til og fra havvindmøllerne, så vil risikoen for kollision mellem den generelle skibstrafik og trafikken til og fra havvindmøllerne være forsvindende lille. Hvis Dragør anvendes i stedet vil den være noget større, men stadig lille.

#### **Sound VTS og trafikovervågning**

Kanten af dette havvindmølleområde er ca. 7,8 km fra Sound VTS's nærmeste radar på Drogden Fyr. Dette er væsentligt længere end afstanden til de nuværende havvindmøller, se afsnit 4.6.1.

Dette havvindmølleområde vil ikke give nogen problemer for Sound VTS.

#### **4.6.4 Område 3, Nordre Flint**

##### **Sejladsmæssige forhold**

Dette havvindmølleområde er placeret i et område, hvor der er en beskeden erhvervssejls nord for Saltholm. Ud fra de i afsnit 4.6.1 omtalte AIS signaler er

der registreret ca. 200 passager af skibe med AIS gennem området, heraf 83 større end 300 BT.

Ved etablering af havvindmøller i området vil denne beskedne trafik skulle sejle en længere distance, som dog ikke kan bestemmes, da det er vanskeligt at bestemme skibenes ærinde.

Umiddelbart nord for Vindmølleparken er der, som det fremgår af Figur 4.14 en noget større trafik, som hovedsagelig er trafik mellem København og Malmö. De fleste passager her er med slæbebåden Svitzer Mars, som har passeret 230 gange på et år. Den samlede sejlads med skibe større end 300 BT vurderes at være af størrelsesordenen det dobbelte.

Endvidere er der en meget beskedne erhvervssejlads i nord-syd-gående retning gennem havvindmølleområdet. Her er registreret 102 passager, hvoraf kun 37 er større end 300 BT. Denne meget beskedne trafik vil få en omvej af størrelsesordenen 2 sømil eller 3,7 km.

Vindmøllerne vil kunne være til gene for lystbådssejladsen mellem København og Malmö. Denne gene vil formodentlig kunne reduceres væsentlig ved at etablere et øst-vest-gående sejlløb gennem vindmølleparken i retning mod Flakfortet. På grund af de øst-vestgående kabler gennem havvindmølleområdet vil der noget nordligere være et sejlløb gennem området, se Figur 2.5. Dette sejlløb vil i mindre grad reducere generne.

Sejlruten i Flinterenden gennem Øresundsbroen befinder sig kun 600 m fra kanten af vindmølleområdet. Hvis vindmøllerne placeres helt ude på kanten af vindmølleområdet, så vil scenario I kollisioner, jf. afsnit 4.6.1, kunne ske. Trafikken i denne rute vurderes at være af størrelsesordenen 6.700 skibe ud fra (Rambøll 2006). Afstanden til nærmeste vindmølle er dog af ca. 1 km, hvilket er det samme som afstanden mellem sejlruten og nærmeste mølle i Lillgrund Vindkraftpark. Spredningen på sejladsen her forventes at være relativt lille, således at denne afstand formentlig er tilstrækkelig til at undgå scenario I kollisioner. Dette vil dog skulle undersøges nærmere, hvis der arbejdes videre med dette havvindmølleområde. Skibe, der forlader Malmö for at sejle mod syd, vil kunne kollidere med vindmølleparken efter scenario II, jf. afsnit 4.6.1. Da der må formodes at være stor opmærksomhed på skibets bro ved sejladsen ud af Malmö Havn, så vurderes det, at sandsynligheden for, at skibet undlader at dreje, er mindre end generelt for scenario II. Dette scenario vil skulle medtages ved en nærmere undersøgelse af dette havvindmølleområde.

Fra den nordøstlige kant af vindmølleparken til hovedsejlruten i Øresund er der ca. 1,5 km for nordgående skibe og større afstand for sydgående skibe. Med de foreslåede placeringer af vindmøllerne, se Figur 2.5, er afstanden dog 2,8 km. Dvs. scenario I kollisioner kan næppe forekomme her. Hovedparten af den nord-syd-gående trafik i Øresund passerer forbi på dette sted. Der er tale om af størrelsesordenen 35.000 skibe per år, som vil kunne kollidere mod møllerne i scenario IV. Møllerne vil i et vist omfang være beskyttet af farvand med lav vanddybde mod kollision sydfra, medens der ikke er nogen beskyttelse mod kollision nordfra.



Uanset hvilken dansk havn, der anvendes ved sejlads til og fra dette havvindmølleområde, vil skibene skulle krydse hovedsejlruten i Øresund. Risikoen for kollision mellem den generelle skibstrafik og skibstrafikken til og fra havvindmølleområdet vil derfor være større her end for de øvrige områder.

#### **Sound VTS og trafikovervågning**

Kanten af dette havvindmølleområde er knap 4 km fra Sound VTS's nærmeste radar på molen i Limhamn. Dette er af samme størrelsesorden som de nuværende afstande, se afsnit 4.6.1. Møllerne befinder sig mellem radaren i Limhamn og hovedskibstrafikken i Øresund, men noget tilsvarende gælder i dag for radaren på Klagshamn og møllerne på Lillgrund.

Krydsningerne mellem sejladsen til og fra havvindmølleområdet og den generelle sejlads i Øresund vil medføre en lille forøgelse af Sound VTS' arbejde. Det vil dog næppe være noget problem for Sound VTS.

Det vurderes derfor generelt, at havvindmølleområdet ikke vil give problemer for Sound VTS.

### **4.6.5 Område 4, Nivå Flak**

#### **Sejladsmæssige forhold**

Dette havvindmølleområde er placeret i et område, hvor der er en beskeden erhvervssejlads. Ud fra de i afsnit 4.6.1 omtalte AIS signaler er der registreret 326 til 439 passager af skibe med AIS gennem området, heraf 51 til 88 større end 300 BT. Der er givet to tal, idet grænsen for havvindmølleområdet mod øst går midt ned gennem en række celler, jf. Figur 4.14. De små tal er eksklusive skibe i cellerne, der gennemskæres af grænsen, medens de store tal er inklusive skibe i disse celler. Det "rigtige" tal ligger herimellem. Ca. halvdelen af passagerne er et fiskefartøj, som er mindre end 300 BT.

Det vurderes således, at havvindmølleområdet stort set ikke vil være til gene for den egentlige erhvervstrafik.

Havvindmølleområdet strejfer kapsejladssområdet ved Nivå Havn og skærer ind i kapsejladssområdet ved Rungsted Havn. Denne konflikt skal løses, enten ved at ændre vindmølleområdet eller flytte kapsejladssområdet, eller ved en kombination heraf. I denne forbindelse bemærkes, at for at undgå forstyrrelse af vinden på kapsejladssbanerne bør afstanden fra nærmeste vindmølle til banerne være mindst 1,5 km som nævnt i afsnit 4.6.1.

Lystbådssejladsen i Øresund vil kunne forløbe enten langs kysten vest for vindmøllerne eller øst for møllerne, hvilket vil være den direkte rute for både der sejler mellem Helsingør og København/Dragør. Vindmølleparken vil dog kunne være generende for den store lystbådstrafik i området, især for sejlbåde, der krydser mod vinden.

Hovedparten af den sydgående erhvervstrafik i Øresund passer vest om Ven, medens stort set hele den nordgående trafik passerer øst om Ven. Skibstrafik-

ken ud for Nivå Flak her er således af størrelsesordenen 15.000 skibe per år, som vil kunne kolliderer mod møllerne i scenario IV. Afstanden fra kanten af vindmølleområdet til midten af sejlruen som identificeret på Figur 4.14 er af størrelsesordenen 2 km. Dvs. scenario I kollisioner vil formentlig ikke kunne forekomme. Dette vil dog skulle undersøges nærmere, hvis der arbejdes videre med dette havvindmølleområde. Ud fra Figur 5-12 i (Rambøll 2006) vurderes afstanden mellem kanten af havvindmølleområdet og henholdsvis de nærmeste skibe og den centrale del af trafikken til ca. 1 km og ca. 2,5 km.

Sejlads til og fra havvindmølleområdet fra enten Nivå eller Prøvestenen vil ikke eller kun i begrænset omfang krydse den generelle skibstrafik i Øresund. Dvs. risiko for kollision mellem den generelle skibstrafik og trafikken til og fra vindmøllerne vil være lille.

#### Sound VTS og trafikovervågning

Kanten af dette havvindmølleområde er langt fra Sound VTS's nærmeste radar på havnen i Helsingør.

Dette havvindmølleområde vil ikke give nogen problemer for Sound VTS.

#### 4.6.6 Sammenligning

Der er foretaget en sammenligning for så vidt angår følgende emner:

- Gener for erhvervstrafikken, dvs. i hvilket omfang erhvervstrafikken får længere sejlads.
- Risiko for kollision mellem erhvervstrafikken og vindmøllerne.
- Gener for fritidsbådstrafikken, herunder kapsejladser
- Risiko for kollision mellem den generelle skibstrafik i Øresund og trafikken til og fra vindmøllerne.
- Evt. problemer for Sound VTS

Resultatet af sammenligningen er vist i Tabel 4.13. Den samlede bedømmelse i tabellen er skønnet, idet der er lagt hovedvægt på gener for erhvervstrafikken og risikoen for kollision mellem erhvervstrafikken og vindmøllerne. Begrundelser for rankingen er givet under tabellen.

*Tabel 4.13 Ranking af de 4 områder mht. forskellige emner inden for skibstrafik mm., hvor 1 er bedste og 4 dårligste placering. I tilfælde, hvor forslagene er ligeværdige, er de tildelt samme rank.*

Område	Gener for erhvervs- trafik	Risiko for mølle- kollision	Gener for fritidsbåde	Kollision skib - skib	Sound VTS	Samlet
Køge Bugt	1	1	3	1	1	1
Aflandshage	4	2	1	1	1	3

Område	Gener for erhvervs- trafik	Risiko for mølle- kollision	Gener for fritidsbåde	Kollision skib - skib	Sound VTS	Samlet
Nordre Flint	3	4	2	4	4	4
Nivå Flak	2	3	4	1	1	2

### Gener for erhvervstrafikken

Køge Bugt er klart bedst, idet der her ikke er nogen erhvervstrafik. Aflandshage er klart dårligst på grund af den omvej, som trafikken mellem Drogden og Køge og især trafikken mellem Drogden og den nordlige del af Køge Bugt påføres. For de to øvrige områder generes kun en besked trafik, der dog er større for Nordre Flint end for Nivå Flak.

### Risiko for kollision mellem erhvervstrafikken og vindmøllerne

Køge Bugt er klart bedst, idet der her ikke er nogen erhvervstrafik. Forskellen mellem de øvrige tre områder er mindre. Aflandshage er vurderet at være bedst, fordi det ligger langt fra den store skibstrafik. Til gengæld kan der her være en risiko for scenario I kollisioner fra trafikken, der sejler rundt om havvindmølleparken og måske fra trafikken mellem Avedøreværkets Havn og farvandet ud for Stevns. Nordre Flint og Nivå Flak ligger begge relativt tæt på stor skibstrafik. Nordre Flint er klassificeret sidst, fordi trafik i begge retninger passerer her forbi, og der er også en risiko for kollision fra trafikken mellem Malmö og Østersøen i både scenario II, IV og måske I. Der er i vurderingen ikke taget hensyn til, at risikoen for Nordre Flint vil være stor alene på grund af den store udstrækning.

For alle fire områder gælder, at kollisionsrisikoen vurderes at være acceptabel. Denne vil dog skulle modelleres kvantitativt ud fra skibstrafikken, hvis der arbejdes videre med et eller flere af de betragtede områder. Dette kan føre til ændring af placeringen af enkelte vindmøller og/eller krav til placering af farvandsafmærkning.

### Gener for fritidsbådstrafikken

Nivå Bugt er vurderet som den dårligste placering, fordi to kapsejlsbaner og den meget store fritidsbådstrafik i denne del af Øresund berøres. Køge Bugt er vurderet som nr. 3, fordi der her berøres to kapsejlsbaner. Aflandshage er vurderet som den bedste under forudsætning af, at det kan tillades, at der etableres en sejrute for fritidsbåde i Natura 2000 området nord for møllerne.

### Risiko for kollision mellem den generelle skibstrafik og trafikken til og fra vindmøllerne

Nordre Flint er vurderet som værre end de øvrige, fordi al trafik til møllerne uanset hvilken havn, der sejles fra på Sjælland, vil skulle krydse den generelle skibstrafik i Øresund.

For alle fire placeringer er risikoen lille, jf. afsnit 4.6.1, og der er ikke grund til at skelne mellem Køge Bugt, Aflandshage og Nivå Bugt.

### Problemer for Sound VTS

Der forventes ikke problemer for Sound VTS ved noget af de fire områder. Nordre Flint er dog vurderet som dårligere end de øvrige, fordi vindmøllerne er placeret nærmere en radar end i de øvrige områder, og der vil blive en smule ekstra arbejde på grund af krydsningerne mellem trafikken til og fra vindmøllerne og den generelle skibstrafik.

## 4.7 Søkabler

Søkabler og undersøiske rørledninger er indtegnet i søkortet. Der er i Efterretninger for Søfarende etableret en beskyttelseszone på 200 m på hver side og langs søkablet eller rørledningen. Herom skriver Efterretninger for Søfarende, EfSA, Generel Oplysning, bilag til EfS 1, 2010 fra Farvandsvæsenet følgende: "Sigtet med beskyttelseszonen er at beskytte installationen mod skader fra ankre, sandsugning, stenfiskeri samt enhver form for brug af bundsløbende redskaber samt arbejder på eller i havbunden. Aktiviteter på eller i havbunden inden for beskyttelseszonen kræver, at dette forhandles med kabel- eller ledningsejeren."

Der er derfor som udgangspunkt for screeningen regnet med, at havvindmøllerne skal placeres mindst 200 m fra søkabler og underjordiske rørledninger, selvom det kan være muligt at få tilladelse fra kabel- eller ledningsejeren til at placere møllerne tættere på kabler og ledninger.

Der er på søkortet identificeret følgende relevante kabler:

- I Køge Bugt:
  - Et kabelfelt fra Avedøre Holme mod syd
  - Et kabel fra Brøndby Strand mod syd og sydøst
  - To kabler fra Karlslunde Strand mod henholdsvis øst og sydøst

Havvindmølleområdet Køge Bugt er placeret, så det respekterer 200 m sikkerhedszonerne omkring disse kabler.

- Ved Aflandshage:
  - Ovennævnte kabel fra Brøndby Strand mod syd og sydøst

Havvindmølleområdet Aflandshage er placeret, så det respekterer 200 m sikkerhedszonen omkring dette kabel.

- Nord for Saltholm:
  - To kabler i retning i retning øst - vest

Disse kabler går igennem havvindmølleområdet Nordre Flint. Møllerne i havvindmølleområdet respekterer sikkerhedszonerne omkring disse kabler,

således at der bliver et område uden vindmøller omkring og mellem de to kabler.

- Ved Nivå Flak
  - Ingen kabler.

Der er ingen undersøiske rørledninger nær de foreslåede havvindmølleområder.

## 4.8 Luftfart

Ved udvælgelse af mulige vindmølleområder er der taget hensyn til overordnede indflyvningsruter og højdegrænseplaner omkring Københavns Lufthavn Kastrup. Basisoplysninger hertil er indhentet fra Statens Lufthavnsvesen.

Ingen af de udvalgte mølleområder vil være i konflikt med højdebegrænsningerne omkring lufthavnen. Højdegrænserne er markeret på Figur 4.13.

Det påhviler ejeren af en hindring, der ligger uden for indflyvningsplanens område, at sikre, at hindringen afmærkes, og at afmærkningen vedligeholdes, hvis hindringen har en højde på 100 m og indtil 150 m. Afmærkningen skal følge retningslinjerne fra Statens Luftfartsvesen (2010).

## 4.9 Rekreative forhold

De væsentligste rekreative områder i Øresund, herunder interesseområder for sportsfiskeri, roning, vindsurfing og badestrande er beskrevet kvalitativt i forhold til de 4 udvalgte områder.

Ved udvælgelsen af områderne er der taget hensyn til udlagte kapsejlsområder, der så vidt muligt søges friholdt, som beskrevet i kapitel 4.6. Disse fremgår af detailkortene over vindmølleområderne (Figur 2.3- Figur 2.6). Vindmøllerne kan påvirke lokale vindforhold i området. Dette kan have betydning for sejl både især mindre fartøjer som sejljoller, vindsurfere og kite-surfere.

Strukturer, der rager op over vandet, kan give læ for vinden. I læsiden af forhindringerne kan effekten mærkes af surfere i en afstand fra op til 7-8 gange forhindringens højde. I luvsiden vil effekten kunne mærkes i en afstand på op til 3 gange forhindringens højde. Vind- og kite-surfere færdes sjældent længer væk fra kysten end 500 m (Rune Klitgaard, pers. medd. 2010).

Ifølge DFfR (2009) gælder følgende regler for roere: En båd, der er på langtur, skal følge kystlinjen, når bundforholdene ikke hindrer dette, og må ikke være længere ude, end at mandskabet kan bjærge sig selv og båden. Dette vil i praksis være max. 2-300 m fra kysten. Det er tilladt at sætte over bugter, vige, sunde og fjorde, hvis turen ellers forlænges uforholdsmæssigt. Dog må afstanden til nærmeste kyst ikke overstige 2,5 km. Vindmølleområderne vurderes derfor ikke at påvirke mulighederne for friluftinteresser som havkajak og roning.

Vindmøllerne vil kunne ses fra mange badestrande ved Øresund, men vil ikke medføre direkte konflikter med friluftsanserterne i disse områder. Vindmøllerområderne er i alle tilfælde placeret så langt fra land at de ikke vil påvirke badesikkerheden.

### **Køge Bugt**

Køge Bugt er relativt intensivt udnyttet til fritidsejls fra havnene lang bugten, Kalvebodløbet og Københavns Sydhavn. Placeringen af vindmøllerne i område 1: Køge Bugt kan betyde at et udpeget kapsejlsområde for Sejlklubberne vil skulle flyttes, som beskrevet i afsnit 4.6.2. Vindmøllerne kan medføre "vindspring" for surfere og sejlere i Køge Bugt. Vindmøllerne vil påvirke udsigten især fra Køge Bugt Strandpark.

### **Aflandshage**

Aflandshage til gengæld er et relativt uforstyrret havområde og kystlandskab, der udnyttes af såvel specielle brugergrupper som kite-surfere, fuglekiggere og sportsfiskere.

Vest for Aflandshage ud for Kongelunden er der et meget populært område for vind- og kitesurfere. I dette område kan der opstå situationer, hvor vindmøllerne kan påvirke vindforholdene for surfere.

### **Nordre Flint/Saltholm Flak**

Det vurderes at dette område pga. dets afsides beliggenhed fra kysten er det mindst benyttede til rekreative formål som f.eks. surfing og roning.

### **Nivå Flak**

Nivå bugten er generelt meget populær for lystsejls i småbåde. De nordlige del af Øresund er et af de mest intensivt udnyttede danske farvande til fritidsejls.

Området er dog mindre benyttet af kite-surfere end Aflandshage, idet vindforholdene er bedre der. Der er to kapsejlsbaner i området, som er forsøgt friholdt i forbindelse med placeringen af vindmølleområdet, som beskrevet i afsnit 4.6.5. Vindmøllerne kan medføre "vindspring" for surfere og sejlere i Nivå Bugten.

### **Sammenligning af alternativer**

Med hensyn til den rekreative udnyttelse af vandet, vurderes det at området ved Nordre Flint, er det område der er mindst benyttede og derfor det mest hensigtsmæssige for placering af havvindmøller.

Der er ikke væsentlige forskellinger mellem den mulige påvirkning af rekreative interesser i de øvrige områder. Både Nivå Flak og Køge Bugt er intensivt udnyttet til friluftsmål, mens Aflandshage til gengæld er et relativt uforstyrret havområde og kystlandskab, der udnyttes af såvel specielle brugergrupper som som har deres aktiviteter netop knyttet til dette sted.

## 4.10 Landskabelige forhold og visuelle effekter

Vindmøller opstillet med stor afstand til kysten har færre visuelle konsekvenser end kystnære vindmøller og landvindmøller. Havet er præget af den frie udsigt og vindmøller kan afhængig af sigtbarhedsforholdene ses over betydelige afstande. Det antages, at der ved projekterne anvendes 3 MW møller, med en totalhøjde på op til 150 m.

### Sigtbarhed

Luftens sigtbarhed har stor betydning for møllernes synlighed. Under uforstyrrede forhold er sigtbarheden yderst god over havet, men de skiftende vejrforhold betyder, at der de fleste dage af året vil være nedsat sigtbarhed; dage med en sigtbarhed over 19 km optræder kun relativt få gange om året.

Selv under optimale forhold nedsættes synligheden af objekter på store afstande pga. luftens indhold af fugt. Efterhånden som afstanden til en given genstand øges, formindskes genstandens kontrastvirkning i forhold til baggrunden. Tager man udgangspunkt i en situation, hvor genstanden på nært hold har en 100 % kontrast til baggrunden, vil kontrastvirkningen på en afstand af 55 km være reduceret så meget (til mindre end 5 %), at øjet ikke længere kan skelne genstanden fra baggrunden.

I praksis vil denne situation kun forekomme i direkte modlys, hvor genstanden danner silhuet mod baggrunden, eller i direkte medlys mod en mørk himmel. Under andre lysforhold vil genstanden i udgangspunktet have en lavere kontrast i forhold til baggrunden og derved have en reduceret synlighed. Vindmøller, der er malet i andre nuancer end hvid, typisk en grå farve, fremtræder derfor med reduceret synlighed på stor afstand, selvom sigtbarheden er stor. Uanset møllens farve kan den under særlige forhold fremstå med en 100 % kontrast til baggrunden og hermed have maksimal synlighed.

### Maksimal synlighed

Jordens krumning bevirker, at der er en øvre grænse for møllernes synlighed. Når mølletårnet er skjult af horisontlinien, må møllernes synlighed betragtes som minimal.

Under forhold med meget god sigt kan man opfatte genstande i op til 55 km's afstand, og dette kan derfor ses som en absolut øvre grænse for møllernes synlighed.

### Konsekvenszoner

I forbindelse med en kortlægning af myndighedsinteresserne, som var en del af grundlaget for Havmøllehandlingsplanen fra 1997, blev nær-, mellem- og fjernzonerne anvendt som grundlag for at fastlægge en zone, hvor vindmøller har væsentlig visuel indflydelse. Denne konsekvenszone strakte sig for vindmøller op til ca. 90 m ca. 12-15 km ud fra kyster med landskabshensyn (dog op til 25 km ved enkelte af de høje kyster).

I nærzonen vil møllerne kunne ses tydeligt. De enkelte møller, deres vinger og rotation fremstår tydeligt. Rækkeopstillinger af møller vil, hvor den enkelte



række fremstår nogenlunde uforstyrret af andre møller, have en let opfattelig lineær form.

I mellemzonen vil møllerne afhængig af sigtbarheden fortsat fremstå tydeligt. Man kan erkende enkeltmøller og sammenfaldende rækker, ligesom vinger og rotation opfattes tydeligt. Rækkeopstillinger, hvor møllerne står tæt i forhold til synsvinklen, vil dog i højere grad fremtræde som 'klumper'. Opstillingen udviskes her efterhånden i et sammenfald af tårne og vinger, som fremtræder markant men uden nogen egentlig form. I mellemzonen begynder jordens krumning at have betydning for møllernes synlighed. De nederste dele af mølletårnene forsvinder efterhånden under horisonten og forkorter herved møllerne. Det får møllerne til at virke mindre og forstærker opfattelsen af, at møllerne ikke længere er tæt på.

I fjernzonen er møllerne så små, at det er svært at erkende dem som enkeltmøller. Vinger og rotation begynder også at blive svære at erkende på de store afstande. I fjernzonen forsvinder store dele af møllerne under horisontlinien og forkorter herved højden på møllerne drastisk. Det bevirker, at mølleopstillingen i højere grad virker som et bånd i horisonten med varierende tætheder af strukturer. Møllestrukturen fremstår uanset opstillingsmønster som et svagt flimmer uden nogen egentlig form, og har ikke væsentlig indflydelse på den samlede landskabsoplevelse. Fjernzonen for havmølleparker med 125 – 150 m høje havvindmøller (3 MW) er 20 km (Energistyrelsen 2007).

Når møllevingerne drejer, ændres den visuelle påvirkning. Generelt er elementer i bevægelse mere synlige end elementer, der står stille, da bevægelsen 'fanger øjet'. Synligheden er dog afhængig af bevægelsens karakter - hurtige bevægelser er mere distraherende for synsopfattelsen end langsomme. Store vindmøller har en langsommere omdrejningshastighed end mindre vindmøller. En 3 MW mølle har en nominel omdrejningshastighed på omkring 15 runder per minut, hvilket for beskueren opleves som en langsom bevægelse.

For havmølleparker, der ikke er helt kystnære, har hverken fundamenter, transformerstation eller meteorologimast nogen væsentlig betydning for synligheden af parkerne.

### Lys

Vindmøller med højde fra terræn/ normal vandstand (DVR90) til vingetip på op til under 150 meter skal være afmærket med middelintensivt blinkende lys. Disse røde lys vil ofte kunne ses fra en afstand af mindst 10 km og kan forstyrre nattemørket over Øresund.

### Landskabet

På kysterne ved Øresund er der en meget betydelig påvirkning med bebyggelse, industrier, tekniske anlæg, havne, høfder, moler, badebroer, vindmøller, højspændingsledninger, broer, kunstige øer og opfyldninger. De er således meget få områder tilbage, hvor der ikke er væsentlige påvirkninger af det fysiske miljø. De mest uberørte områder i Øresund er ifølge Angantyr og Nordell (2007):

- I den centrale del af Øresund: Kysten ved strandengene i Nivå Bugt, området fra Rååens udløb til Landskrona, Lundåkra Bugten syd for Landskrona og kysten omkring Saltholm.
- I det sydlige Øresund: Ølsemagle Revle i Køge Bugt, sydspidsen af Amager fra Kongelunde til Søvang og det meste af halvøen Falsterbo (bortset fra kanalen).

I disse områder bør man derfor være særligt opmærksom på at undgå fysiske ændringer af miljøet.

Kystområderne ved den danske side af Øresund har typisk højdeforskelle fra 0 m ved vandkanten og op mod 25 m i de bagvedliggende områder. I praksis er højdeforskel på 25 m for lille til at have betydning for synligheden af havvindmøller, der er op mod 150 m høje.

#### **Køge Bugt**

Visuelle forhold: Vindmølleområdet vil medføre en visuel påvirkning af udsigten fra Køge Bugt Standpark og være synlige fra Hundige Stand, Greve Strand, Mosede Strand, Karlslunde Strand og Solrød Strand, hvor der er mange boliger langs kysten. Mølleområdet vil dog ligge så langt fra land (2,2) km at der ikke vil være påvirkning med støj, skygger og refleksblink. Havvindmøllerne er placeret så langt fra eksisterende møller på Avedøre Holme samt planlagte møller ved Kalvebodløbet, at der ikke vil opstå visuelle konflikter.

#### **Aflandshage**

Visuelle forhold: Vindmølleområdet vil ikke medføre væsentlige visuelle påvirkninger af boliger langs kysten, men vil kunne opleves fra rekreative områder som Vestamager og Kongelunden. Havvindmøllerne er placeret så langt fra eksisterende møller på Lillgrunden og Avedøre Holme samt planlagte møller ved Kalvebodløbet, at der ikke vil opstå visuelle konflikter.

#### **Nordre Flint**

Visuelle forhold: Den nordre del af vindmølleområdet vil formodentlig kunne ses på lang afstand fra f.eks. Skovshoved og Amager Strandpark, men vil ikke medføre væsentlige visuelle påvirkninger af boliger langs den danske kyst. Vindmølleområdet vil kunne ses fra Malmø og Limhamn. Møllerne vil ligeledes være tydelige set fra Øresundsbroen.

Fra Amager Strand vil det være muligt at se vindmøllerne på Nordre Flint samtidig med de eksisterende møller på Middelgrunden og muligvis også de planlagte vindmøller på Prøvestenen. De nye møller vil være væsentlig større end Middelgrundens møller, men vil til gengæld være længere væk. Fra kysten ved Svanemøllebugten, Hellerup og Skovshoved vil man i klart vejr kunne erkende de nye møller på lang afstand, som baggrund for de eksisterende møller på Middelgrunden og de planlagte møller på opfyldningen ved Nordhavnen. Den store afstand fra beboede områder til Nordre Flint begrænser den visuelle påvirkning.

### Nivå Flak

Visuelle forhold: Vindmølleområdet vil være synlige fra Rungsted Kyst (bebyggelsen nord for Rungsted Havn), Mikkelborg og Sletten og Humlebæk, hvor der er boliger langs kysten. Mølleområdet vil dog ligge så langt fra land at der ikke vil være påvirkning med støj, skygger og refleksblink. Der er ikke andre vindmøller i nærheden af vindmøllerne på Nivå Flak.

### Sammenligning af alternativer

Ved udvælgelsen af områderne er det tilstræbt at finde en balance mellem hensynet til vanddybder, nettilslutning og dermed anlægsøkonomi, trafik- og miljøforhold og den visuelle påvirkning set fra land. Der er således taget hensyn til øvrige karakteristiske landskabselementer, f.eks. indblik og udsigtszoner omkring havnene på Øresundskysten, offentlige tilgængelige områder på den danske kyst, kystområder med mange boliger, øvrige vindmøller i Københavnsområdet og Øresundsbroen. Det er så vidt muligt undgået at placere møllerne tættere på kysten end ca. 2 km. Møllerne vil dog være synlige i en afstand af op til max. 20 km i meget klar vejr.

På grund af deres placering i en relativ tæt klynge vurderes vindmøllerne i Køge Bugt, at medføre den alvorligste visuelle påvirkning. Herefter kommer området ved Nivå Flak, hvor møllerne vil kunne ses fra en del boliger og rekreative kystområder. Området ved Aflandshage vil ikke medføre væsentlige visuelle gener. Endelig ligger Nordre Flint ligger så langt fra land, at eventuelle visuelle gener for den danske kyst vurderes som ubetydelige.

## 4.11 Vindressourcer

Udgangspunktet for estimering af vind energi ressourcerne i de fire udvalgte områder er vinddata fra Middelgrunden hvor der er foretaget målinger i 50 m højde. Disse måleresultater er blevet korrigeret ved hjælp af langtidsmålinger foretaget på RISØ og langtidsvindforholdene på Middelgrunden er herefter beregnet i og er givet ved fordelingen vist i Tabel 4.14.

*Tabel 4.14 Vindhastighedsfordeling ved Middelgrunden, 50 m over havoverflade. Tabellen angiver vindhastighedsfordelingen inden for hver 30 graders vindretningssektor. Fordelingen angives ved Weibul parametrene A og k som indgår i udtrykket for beregning af fordelingen. Den angivne procentsats angiver vindretningshyppigheden. Vindhastighedsfordeling over alle sektorer er angivet ved  $A = 8 \text{ m/s}$  og  $k = 2,21$ .*

Retning	A	k	%
0	7,8	2,00	5,6
30	7,2	1,93	3,8
60	8,0	2,22	4,9

Retning	A	k	%
90	8,9	2,63	7,3
120	8,0	2,49	9,5
150	7,3	2,46	9,0
180	7,9	2,42	6,5
210	8,4	2,50	9,6
240	8,2	2,39	12,4
270	8,5	2,15	13,3
300	7,6	1,94	11,2
330	6,9	1,78	6,8

Ved hjælp af beregningsprogrammerne WASP/WindPro er vindforholdene i hver af de fire udvalgte områder beregnet idet der er taget hensyn til kystområdernes ruheder samt afstande til kyster. De beregnede vindforhold er herefter anvendt til at beregne energiproduktionen fra hver enkelt mølle og den samlede vindmøllepark ved hjælp af beregningsprogrammet WASP/WindPro.

Vindressourcerne på alle de mulige placeringer vil overordnet set være sammenlignelige med vindressourcerne ved Middelgrunden. Generelt set vil vindressourcerne være bedst på lokaliteter, hvor afstanden til land mod vest/sydvest er størst.

*Tabel 4.15 Beregnet årsmiddelvindhastighed i 95 m højde ved de udvalgte lokaliteter. Årsmiddelvindhastighed er middelværdi for området.*

Lokalitet	Årsmiddelvindhastighed m/s
Nivå Flak	7,5
Nordre Flint	7,9
Aflandshage	7,9
Køge Bugt	7,6

## 5 Foreløbige projektbeskrivelser

### 5.1 Forudsætninger

#### Samlet produktion

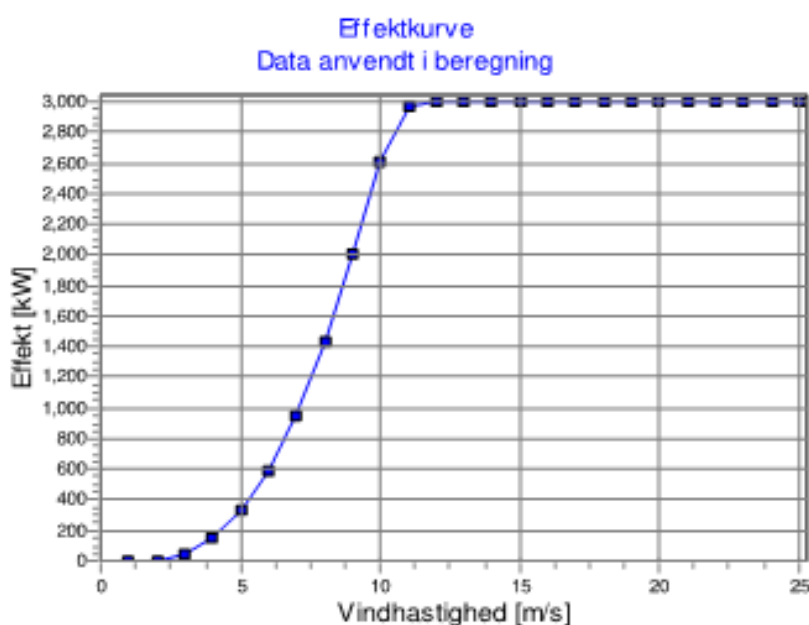
Københavns Kommune har ifølge Klimaplanen estimeret, at der fra 2015 skal produceres ca. 450 GWh pr. år ved hjælp vedvarende energi (Fase 1) og fra 2025 yderligere ca. 822 GWh/år (Fase 2), dvs. fra 2025 i alt ca. 1272 GWh/år.

Ovennævnte produktionstal er anvendt til at estimere, hvor mange vindmøller der skal opsættes i Øresund for at dække produktionsbehovet med vedvarende energi.

#### Reference vindmølle

Til at belyse antallet af nødvendige møller er der valgt en referencevindmølle, der er kommercielt tilgængelig som offshore mølle og som er velegnet til de vindforhold der generelt er i Øresund. Møllens navnhøjde er 95 m, rotordiameteren 112 m og installeret effekt 3 MW. Møllens effektkurve er vist i Figur 5.1.

Figur 5.1 Effektkurve for 3 MW reference mølle



### Layout af vindmølleparker

Møllerne placeres efter følgende retningslinjer:

- Møllerne placeres i parallelle rækker der er svagt buede. Denne formation giver erfaringsmæssigt et harmonisk udseende af mølleparken.
- Rækkerne orienteres i videst muligt omfang vinkelret på den dominerende vindretning med henblik på at minimere lævirkning møllerne imellem, dvs rækkerne orienteres NV-SØ under hensyntagen til områdets form.
- Afstanden mellem møllerækker er ca. 10 gange rotordiameteren og afstanden mellem møllerne i rækkerne er ca. 4,5 gange rotordiameteren. Denne konfiguration giver en hensigtsmæssig udnyttelse af området samtidig med at lævirkning mellem møllerne er moderat.

Anvendes ovennævnte retningslinjer er det samlede antal mulige mølleplaceringer på de fire valgte områder som vist på Figur 2.3- Figur 2.6. Bruttoantallet af mølleplaceringer på de fire områder er i alt ca. 170, hvilket er mere end der er behov for i forhold til klimaplanen. Imidlertid er der ingen af områderne der er store nok til alene at kunne rumme det nødvendige antal møller.

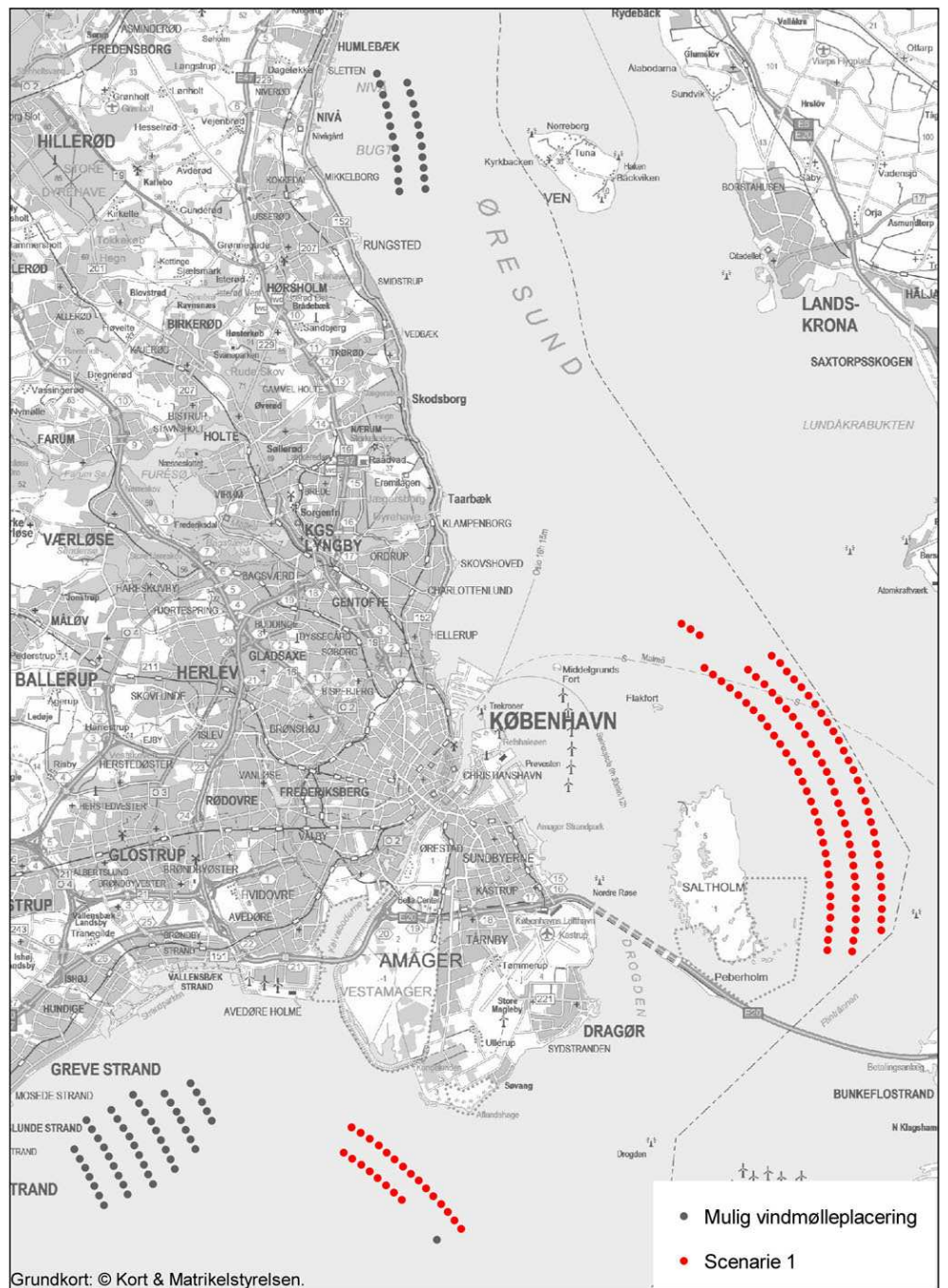
## 5.2 Vindfarm scenarier

Det nødvendige antal vindmøller til dækning af produktionsbehovet for henholdsvis Fase 1 og Fase 2 er beregnet. Desuden er produktionen ved udbygning af hvert af de fire områder beregnet.

### Udbygning i Faser iht. Kommunens miljøplan

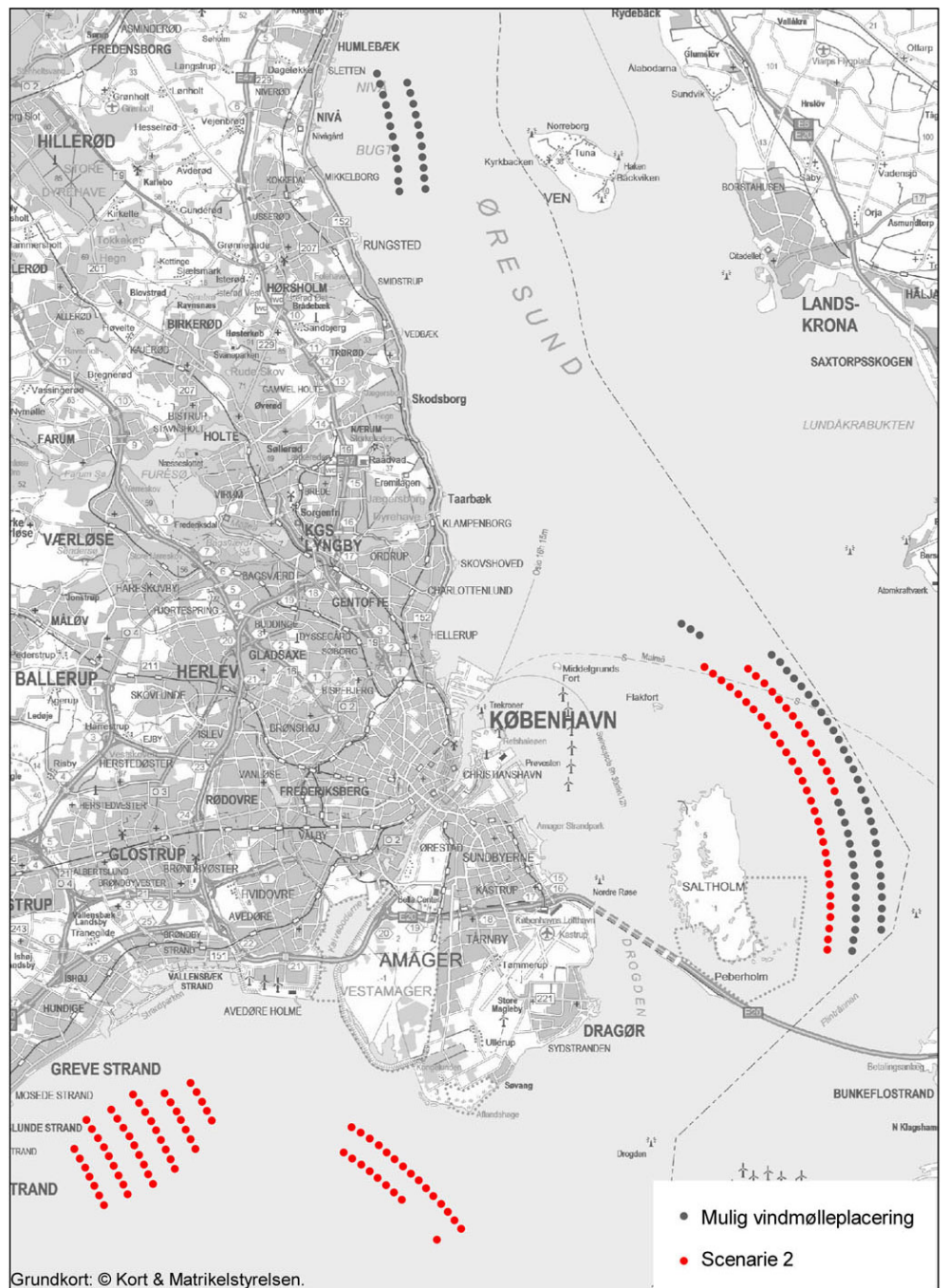
Det samlede antal møller skal fordeles på to, tre eller alle fire områder. På Nordre Flint vil det dog være muligt at placere alle møller hvis møllernes indbyrdes afstand bliver mindre end angivet i ovennævnte retningslinjer.

Der er vurderet fem scenarier for placering af møllerne for den fulde udbygning. Ifølge klimaplanen skal ca. 1/3 af vindmøllekapaciteten være i drift 2015 og resten i 2025. Udbygningen er derfor opdelt i to faser. Områderne hvor udbygningen foregår i de forskellige scenarier er vist i Tabel 5.1. Hvert af de fem scenarier er vist på kortene Figur 5.2 - Figur 5.6.

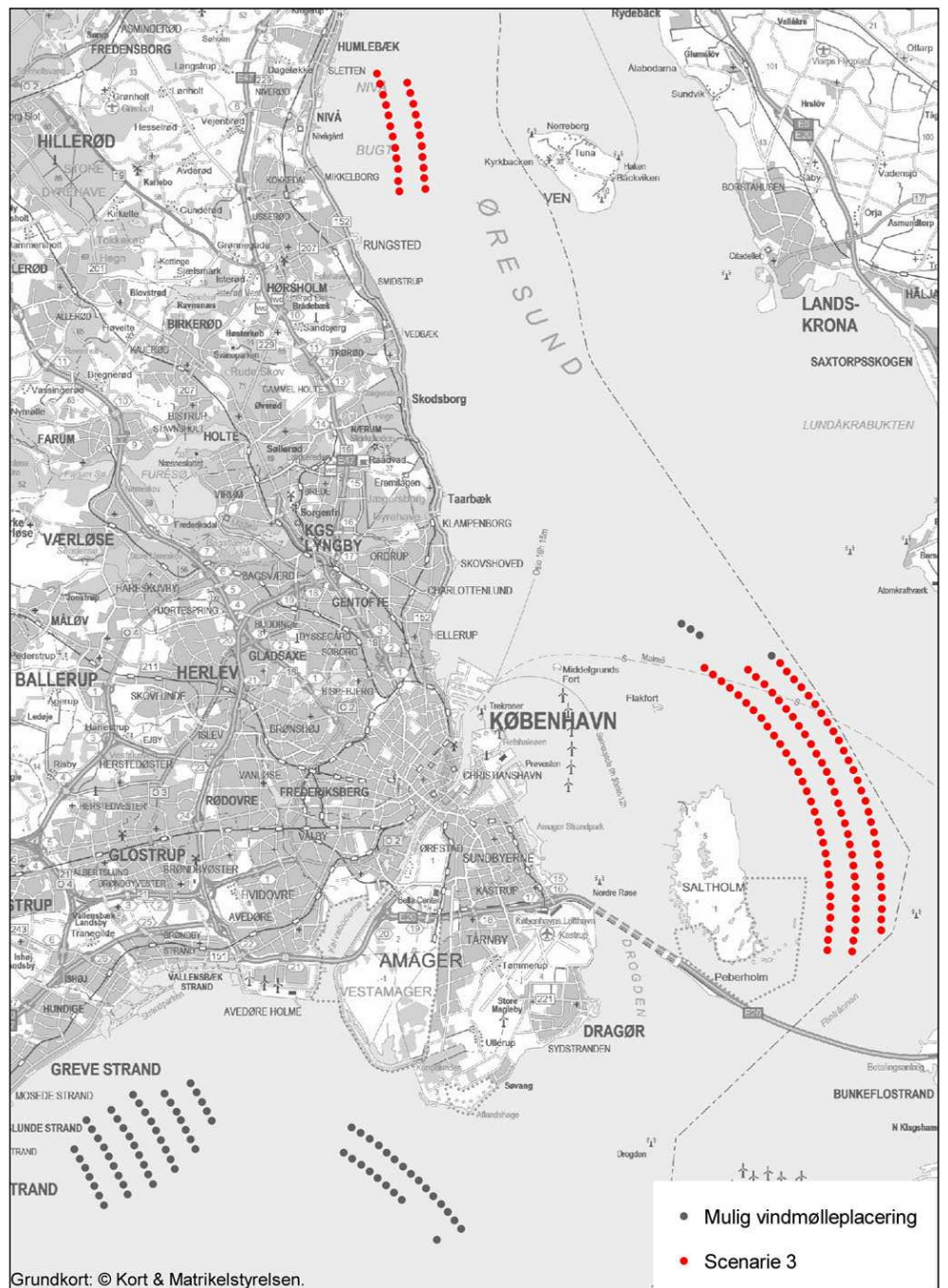


Figur 5.2 Scenarie 1



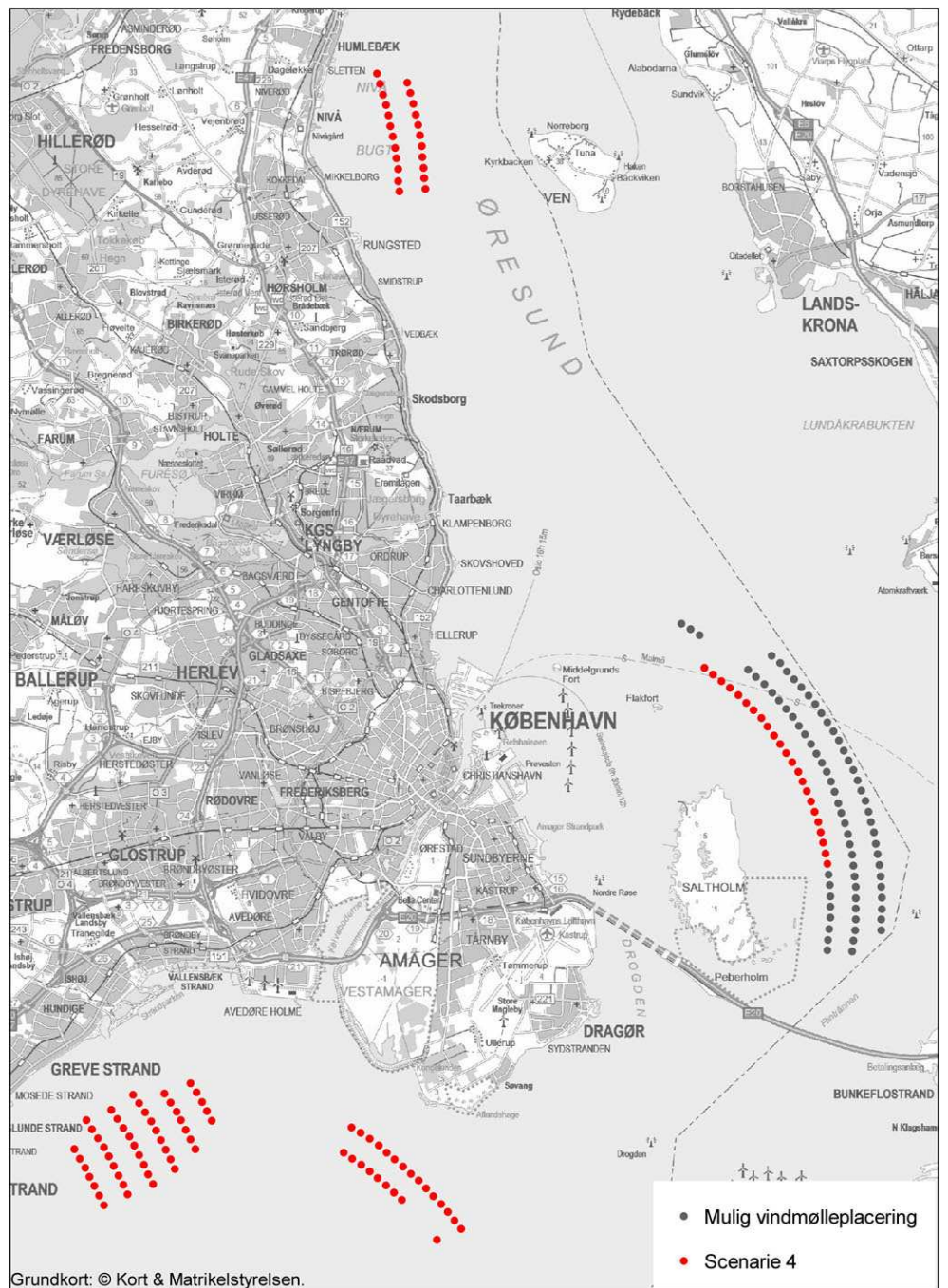


Figur 5.3 Scenarie 2.

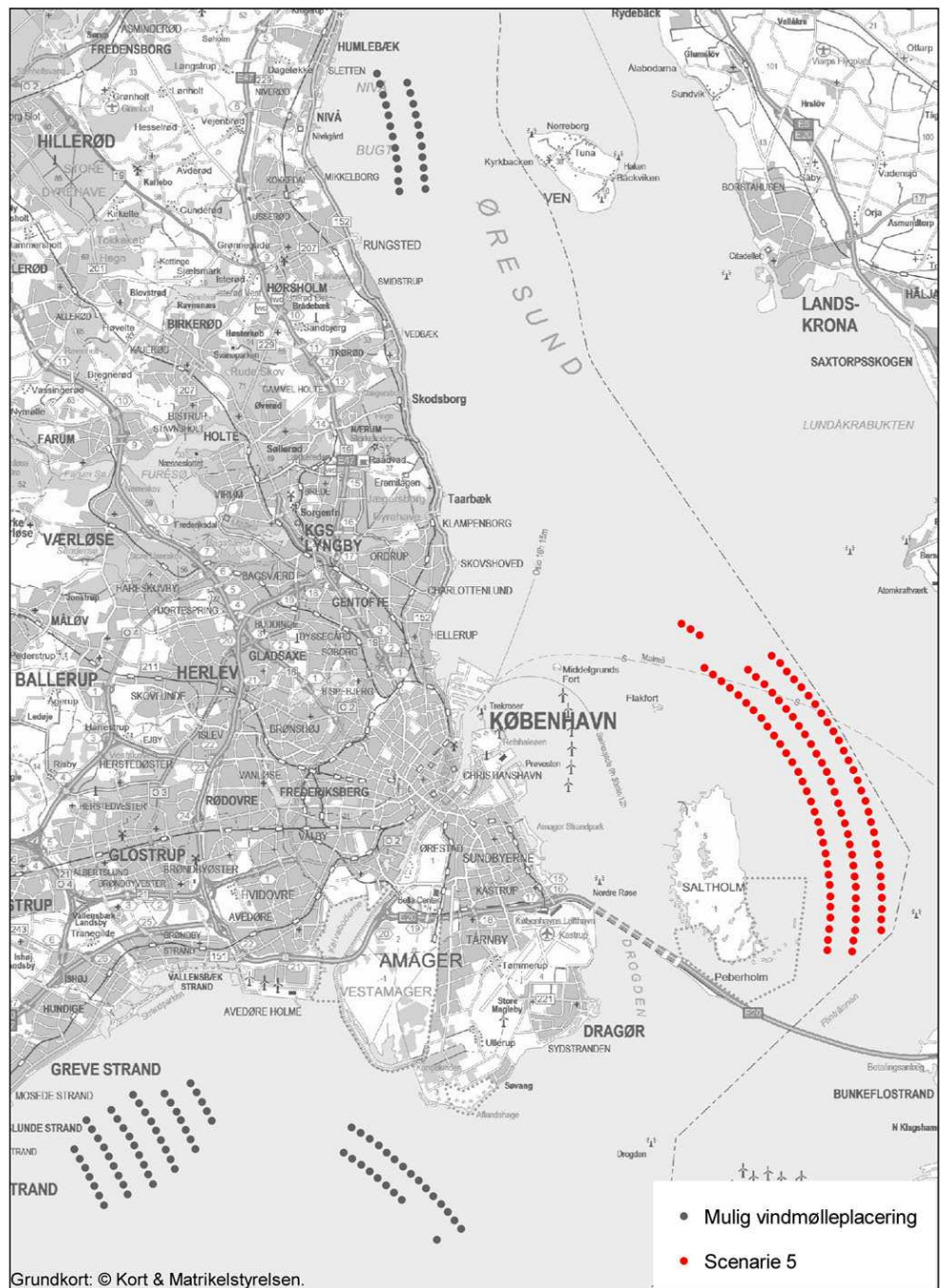


Figur 5.4 Scenarie 3.





Figur 5.5 Scenarie 4.



Figur 5.6 Scenarie 5.

Tabel 5.1 Områder med faseopdelt udbygning angivet for hvert scenarie

Scenarie	Placering af møller, fuldt udbygget	Fase 1	Fase 2
1	Nordre Flint fuldt udbygget og resten på Aflandshage	Nordre Flint	Nordre Flint og Aflandshage
2	Køge Bugt og Aflandshage fuldt udbygget og resten på Nordre Flint	Køge Bugt	Køge Bugt, Aflandshage og Nordre Flint
3	Nivå Flak fuldt udbygget og resten på Nordre Flint	Nivå Flak og Nordre Flint	Nordre Flint
4	Køge Bugt, Aflandshage og Nivå Flak fuldt udbyggede og resten på Nordre Flint	Køge Bugt	Nivå Flak, Aflandshage, Køge Bugt og Nordre Flint
5	Alle møller på Nordre Flint	Nordre Flint	Nordre Flint

### 5.3 Nettilslutning

Vindparkerne tilsluttes det danske elnet. Nettilslutningen er omfattet af ”Bekendtgørelse om nettilslutning af vindmøller og pristillæg for vindmølleproduceret elektricitet m.m.”, BEK nr. 1365 af 15. december 2004, vindmøllebekendtgørelsen. Udkast til revision af Vindmøllebekendtgørelsen har været i høring med høringsfrist d. 19. april 2010. Revisionen vedrører hovedsageligt ændring af bestemmelserne om omkostningsfordeling mellem vindmølleeejer og net-/transmissionsvirksomheder. Baggrunden herfor er ønsket om en tydeliggørelse af gældende fordelingsregler, i særlig grad i forhold til nettilslutning af havmøller samt præcisering af ejerforhold til net og kabler.

På indeværende tidspunkt er Øresund ikke udvalgt i Havmøllehandlingsplan for danske farvande eller omfattet af §23 i loven om fremme af vedvarende energi.

Med baggrund i ovennævnte skal nettilslutningen af vindmølle parkerne i Øresund have tilslutnings punkt ved kyst linjen. Havvindmølle ejeren skal etablere nettilslutning frem til dette punkt og net-/transmissionsvirksomheden etablere nettet herfra og frem til det overordnede net. udgangspunkt valgt det punkt på kystlinjen der nærmest vindmølleparken. Vindmølle bekendtgørelsen beskriver, at tilslutningspunktet kan ligge på kystlinjen med nærmeste afstand til havmølleparken. Hvis dette punkt imidlertid ligger på en ø med begrænset elnetkapacitet kan byrdefordelingen mellem havmølleeejer og nettransmissionsvirksomheden virke urimelig, og det må forventes at den reviderede Vindmøllebekendtgørelse regulere dette.

I pris overslaget for nettilslutning af havmølleparkerne er der derfor skønnet 2 priser for nettilslutningen:

- pris til nærmeste punkt på kystlinjen og
- pris til mest sandsynlige nettilslutningspunkt.

Overslagspriserne er Tabel 2.1.

Tabel 5.2 Prisoverslag for nettilslutning af havvindmøllerne.

Mølle område	Antal møller	Korteste vej land Mio DKK	Mest Sandsynlige vej til tilslutningspunkt Mio DKK
Køge Bugt	46	Afstand til land 3000m 320	Afstand til land 6500m med trafo.station 421
Aflandshage	24	Afstand til land 3000m 169	Afstand til land 6500m 227
Nordre Flint	93	Afstand til land 3000m 658	Afstand til land 9000m med trafo.station 893
Nordre Flint	46	Afstand til land 3000m 340	Afstand til land 9000m med trafo.station 457
Nordre Flint	23	Afstand til land 3000m 170	Afstand til land 9000m 270
Nordre Flint	16	Afstand til land 3000m 124	Afstand til land 9000m 174
Nivå	23	Afstand til land 3000m 160	Afstand til land 3500m 168

Krav fra net-/transmissionsvirksomheder til fasekompenseringer eller lignende vil være indeholdt i selve vindmølleprisen og ikke afspejlet i nettilslutningsprisen.

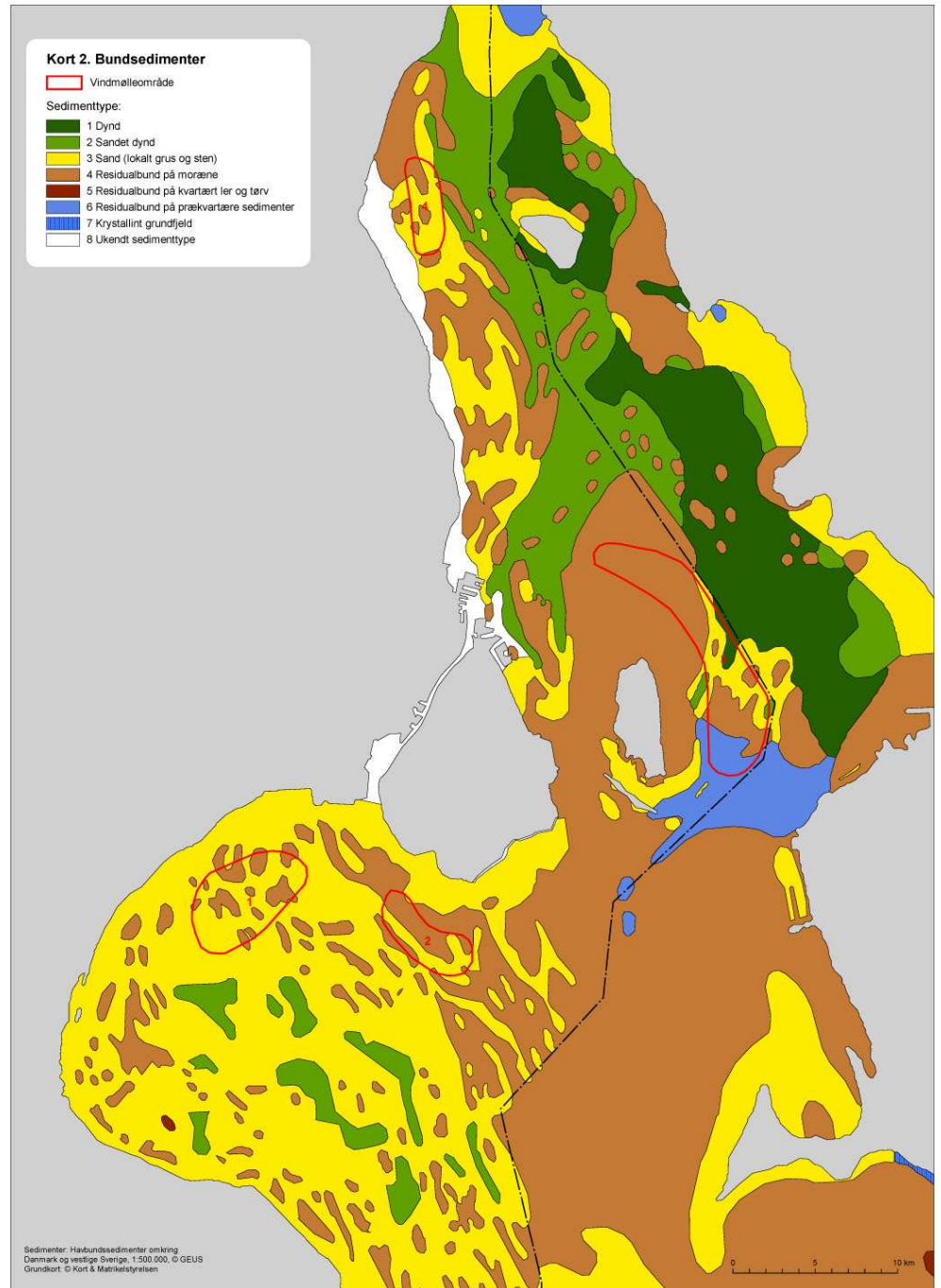
## 5.4 Køge Bugt

### Mølleplaceringer

Møller i Køge Bugt området kan placeres i op til 6 rækker med mellem 5 og 9 møller i hver række. Mindste afstand til kysten fra nærmeste mølle er ca. 3 km.



Det samlede antal møller der kan placeres i området er 46. Med 3 MW møller svarer det til en samlet kapacitet på 138 MW.



Figur 5.7 Havbunds-sedimenter i Øresund.

### Jordbundsforhold

I projektområdet ved Køge Bugt forventes jordbundsforholdene at bestå overvejende af moræneler og -grus under øvre bløde aflejringer (primært smeltvandssand i henhold til kort 2 over bundsedimenter), der findes til en dybde på 1-2 m under havbunden. Moræneleren er beskrevet som hård og vurderinger af materialet på kysten angiver en karakteristisk udrænet forskydningsstyrke på



200-400 kPa. Moræneleren underlejres af Danien kalk (København kalk), der ligger med overfladen i kote -10 til -12 m. Der findes ikke geotekniske boringer i selve vindmølleområdet.

### **Funderingskoncept**

Med aktuelle vanddybder på 6-11 m er der overvejet en funderingsløsning med enten gravitationsfundamenter i beton eller monopæle i stål. Installation af en monopæl vil dog sandsynligvis kræve en forboring i den hårde moræneler og København kalk for at kunne føre pælen til nødvendig dybde. Herefter skal pælen injiceres langs ydersiden, for at sikre den nødvendige vedhæftning mellem stålet og den delvis knuste kalk langs pælen. Disse tiltag vil fordyre en funderingsløsning med en monopæl væsentligt.

Et gravitationsfundament, der støbes, sejles ud og placeres på en afrettet gruspude i en udgravning på morænen, forventes at være mest attraktivt i Køge Bugt.

### **Forundersøgelser**

Før design af fundamenterne kan påbegyndes, skal der udføres geotekniske og hydrauliske forundersøgelser, statistik på islaster, samt fastlæggelse af møllelaster, der skal munde ud i et grundlag for designet.

Geologi og lagdeling i projektområdet bør undersøges med reflektionsseismik (ekkolod, pinger og sparker samt side scan sonar). På hver mølleposition bør der udføres én geoteknisk boring, til en dybde af min. 20 m med prøvetagning til geologisk beskrivelse og laboratorieforsøg samt vingeforsøg og SPT (standard penetration test) i henholdsvis ler- og sandaflejringer pr 1-2 m penetration. Boringen skal udføres med foringsrør til oversiden af kalken, og boringen skal udføres som wireline kerneboring med minimum 100 mm prøve. Tæt på hver boring bør der yderligere udføres et forsøg med CPT (cone penetration test) til bestemmelse af styrkeprofilen i de øvre aflejringer samt morænen.

I laboratoriet udføres forsøg til fastlæggelse af kalkens styrke- og deformati- onsegenskaber samt til kalibrering og fortolkning af CPT resultater i morænen.

Bølge-, strøm- og ispåvirkninger samt belastninger fra vindmøllen bestemmes med hydrauliske beregninger, simuleringer, laboratorietests og vindmålinger.

### **Udførelse**

Gravitationsfundamenterne udføres som armerede betonkonstruktioner, der består af en bundplade med et skaft som vist på Figur 5.8, der viser et af fundamenterne til en 3,0 MW mølle fra vindmølleparken ved Rødsand. Skaftet forsynes i vandlinjen med en konus for at reducere islaster og fyldes efter installationen med sand for at forøge ballastvægten. Væggene, der udgør kamre til tunge ballaststen, støbes på bundpladen.

De bestemmende parametre for fundamenternes hoveddimensioner er belastninger fra vindmøllen og bølge-, strøm- og ispåvirkninger, jordbundsforhold og vanddybder. På baggrund af erfaringer fra Nysted/Rødsand og Sprogø, hvor forholdene svarer til Køge Bugt, skønnes en fundamentsbredde på 20-22 m.

Med de moderate vanddybder på mellem 6 og 11 m kan denne fundamentsgeometri benyttes på alle møllepositioner, hvor kun skaftets længde varierer med vanddybden.

Fundamenterne støbes i en tørdok, på en kaj eller direkte på en pram, hvorefter de kan sejles ud og installeres på anlægsstedet. Erfaringer fra Nysted/Rødsand, Sprogø og Lillgrund er, at det mest omkostningseffektive er en produktion i Polen, hvorefter fundamenterne transporteres på pramme til møllepositionerne.

På anlægsstedet graves der til overside moræneleret eller til til den nødvendige styrke af jorden er opnået, hvorefter udgravningen renses før den efterfølgende etablering af en ca. 0,5 m tyk gruspude. Efter afretning af gruspuden, placeres fundamentet på gruspuden ved hjælp af en flydekran. Slutteligt fyldes ballaststenene i kamrene, og der etableres erosionsbeskyttelse omkring fundamentet. Herefter er fundamentet klar til installation af selve mølletårnet.



Figur 5.8 Fundament til en 2,3 MW vindmølle ved Rødsand.

### Nettilslutning

I Køge Bugt området kan der opstilles 46 vindmøller. Vindmøllerne vil være på 3-3,5MW. Området indgår i scenarie 2 og 4 og i begge tilfælde med 43 vindmøller. Vindmølleparken opdeles og sammenkobles elektrisk i grupper af 8 møller. Hvis nettilslutningspunktet kommer til at ligge på den nærmeste kystlinje, vil hver gruppe føres til land omkring Hundige Havn ved 33kV forsyningsspænding. Herfra overtager net- / transmissionsvirksomheden den videre energitransport til det overordnede net. Hvis nettilslutningspunktet alternativt kommer til at ligge på kysten ved Avedøreværket samles havvindmøllegruppernes elektriske forsyningskabler ved en 33/132kV offshore transformerstation placeret ved vindmølle parken. Offshore transformerstationen transformerer havvindmøllernes 33kV forsyningsspændingen op til 132kV og over et 132kV søkabel leveres energien til kysten, til "tilslutningspunktet". Herfra overtager

net- / transmissionsvirksomheden den videre energitransport til det overordnede net.

#### **Anlæg, drift og nedtagning**

Ved anlæg af vindmøllerne i dette område kan havnefaciliteter ved Avedøre Holme være relevante.

Hvis udbygning på Køge Bugt området vælges som Fase 1 (scenarie 2 og 4) foreslås havnefaciliteter ved Avedøre Holme anvendt som udgangspunkt for drift og vedligehold af møllerne, og havn for service fartøj.

Når den fulde udbygning er etableret (fra 2025) foreslås drift- og vedligeholdsfaciliteter samlet i én central havn, f.eks. Dragør eller Prøvestenen.

#### **Muligheder for etapeopdeling**

Området kan indeholde Fase 1 af den samlede kapacitet. Området kan desuden opbygges i etaper.

## **5.5 Aflandshage**

#### **Mølleplaceringer**

Møller i området kan placeres i to rækker med hhv. 9 og 15 møller, svarende til i alt 72 MW vindmøllekapacitet.

Mindste afstand fra den nærmeste mølle til kysten ved Amager sydspids er ca. 3 km.

#### **Jordbundsforhold**

Geologien og jordbundsforholdene ved Aflandshage er i store træk identiske med forholdene i Køge Bugt området, dvs. at der under de øvre, bløde aflejringer (primært smeltevandssand) træffes en hård moræne over kalken i kote ca. -9 til -10 m.

#### **Funderingskoncept**

Som beskrevet for området ved Køge Bugt vurderes et gravitationsfundament i beton med en 20-22 m bred bundplade at være den mest attraktive funderingsløsning. En løsning med en monopæl skønnes også her at blive for dyr pga. nødvendig forboring og injicering af pælen efter installation.

#### **Forundersøgelser**

Forundersøgelserprogrammet vil stemme overens med programmet som beskrevet for Køge Bugt, dog i reduceret omfang på grund af færre møllepositioner.

#### **Udførelse**

Udførelsen af gravitationsfundamenteer i beton til Aflandshage vil forløbe som beskrevet for Køge Bugt.

### Nettilslutning

I Aflandshage området kan der opstilles 24 vindmøller. Vindmøllerne vil være på 3-3,5MW. Området indgår i scenarie 1, 2 og 4 og i alle tilfælde med 24 vindmøller. Vindmølleparken opdeles og sammenkobles elektrisk i grupper af 8 møller. Hvis nettilslutningspunktet kommer til at ligge på den nærmeste kystlinje, vil hver gruppe føres til land omkring Aflandshage ved 33kV forsynings-spænding. Herfra overtager net- / transmissionsvirksomheden den videre energitransport til det overordnede net. Hvis nettilslutningspunktet alternativt kommer til at ligge på kysten ved Avedøreværket vil hver havvindmøllegruppe ligeledes føres til land ved 33kV forsynings-spænding. Herfra overtager net- / transmissionsvirksomheden den videre energitransport til det overordnede net.

### Anlæg, drift og nedtagning

Under anlægsfasen kan havnefaciliteter overvejes som udgangspunkt for anlægsarbejder. Da Aflandshage evt. vil indgå som del af et scenarie, der også omfatter Nordre Flint, foreslås driftsaktiviteter at ske med udgangspunkt i Dragør Havn eller fra Prøvestenen.

### Muligheder for etapeopdeling

Aflandshage vil evt. kunne indgå som en del af en udbygningsfase og vil ikke være relevant at opdele i etaper.

## 5.6 Nordre Flint

### Mølleplaceringer

Dette område er det største af de udvalgte områder. Møller kan placeres i 3 rækker med mellem 29 og 33 møller i hver række svarende til i alt 93 møller med en samlet effekt på 279 MW. Nærmeste afstand til kysten fra en mølle til København er ca. 8-9 km.

### Jordbundsforhold

Undergrunden ved Saltholm består af højtliggende kalk fra Danien-tiden (henholdsvis bryozokalk og København kalk), som enkelte steder er dækket af tynde lag af primært dynd og smeltevandssand, men også morænen. Kalkoverfladen er ofte i niveau med havbunden. Begge kalkformationer, hvor bryozokalken er dominerende i området, vurderes at være stærke og egnet til en direkte fundering efter afgravning af et eventuelt øvre knust kalklag (og slamkalk).

### Funderingskoncept

Kalkformationerne forventes at have en styrke, der som et minimum svarer til styrkerne i den hårde moræneler, som er fundet i Køge Bugt. På baggrund af dette vurderes et 20-22 m bredt gravitationsfundament at være en attraktiv funderingsløsning også på Saltholm Flak.

En funderingsløsning med en monopæl vurderes ikke at være aktuel, da det skønnes, at pælen kun kan rammes 1-2 m ned i kalkformationen, før en forbo- ring vil være påkrævet. En injicering af pælen for at sikre nødvendig vedhæft- ning mellem stål og kalk skønnes også nødvendig, og disse tiltag vurderes at gøre monopælen ukonkurrencedygtig.

### **Forundersøgelser**

Som beskrevet for Køge Bugt bør der udføres en refleksionsseismisk undersøgelse af området. På hver mølleposition bør der som minimum udføres én geoteknisk boring, der føres til en dybde af minimum 20 m dybde med prøvetagning til geologisk beskrivelse og laboratorieforsøg. Boringen skal i kalken udføres som wireline kerneboring med minimum 100 mm prøve. Kalkens styrke og deformationsegenskaber skal bestemmes ved laboratorieforsøg på udtagne prøver. Tillige udføres klassifikationsforsøg i laboratoriet.

### **Udførelse**

Udførelsen af et gravitationsfundamentet i beton til Saltholm Flak vil forløbe som beskrevet for Køge Bugt.

### **Net tilslutning**

I området ved Nordre Flint / Saltholm Flak kan der opstilles 93 vindmøller. Vindmøllerne vil være på 3-3,5MW. Området indgår i alle 5 scenarier, men med forskellige antal vindmøller. Uafhængigt af det totale antal vindmøller i området, opdeles vindmølleparken i elektriske grupper af 8 møller. Hvis nettilslutningspunktet kommer til at ligge på den nærmeste kystlinje, vil hver gruppe føres til Saltholm ved 33kV forsyningsspænding. Herfra overtager net- / transmissionsvirksomheden den videre energitransport til det overordnede net. Hvis nettilslutningspunktet alternativt kommer til at ligge på kysten ved Amagerværket vil energioverførslen til land afhænge af antallet af møller i området. Ved op til 23 møller føres hver gruppe direkte til land. Ved mere end 23 møller i området samles havvindmøllegruppernes elektriske forsyningskabler ved én eller flere 33/132kV offshore transformerstationer placeret ved vindmølle parken. Offshore transformerstationen transformerer havvindmøllernes 33kV forsyningsspændingen op til 132kV og over et 132kV søkabel leveres energien til kysten, til ”tilslutningspunktet”. Herfra overtager net- transmissionsvirksomheden den videre energitransport til det overordnede net.

Det skal bemærkes at havområdet omkring Saltholm er et Natura 2000 område, hvor der gælder et planlægningsforbud.

### **Anlæg, drift og nedtagning**

Anlægsarbejde og efterfølgende driftsaktiviteter for møller på Nordre Flint foreslås udført fra Dragør Havn eller fra Prøvestenen.

### **Muligheder for etapeopdeling**

Udbygning af området vil være faseopdelt for nogle af scenarierne, da området kan rumme vindmøllekapacitet større end krævet i Fase 1.

## **5.7 Nivå Flak**

### **Mølleplaceringer**

Møller på Nivå Flak kan placeres i to rækker med hhv 11 og 12 møller i hver. Dette svarer til ca. 70 MW vindmøllekapacitet med 3 MW møller.

Mindste afstand til kysten er ca. 2 km til Humlebæk.

### Jordbundsundersøgelser

Projektområdet ved Nivå Flak ligger over en begravet floddal (Esrum-Alnarpdalen), som ikke er synlig i terrænet. Dalen har stejle sider, og overfladen af kalken falder kraftigt fra ca. 30 m under terræn ved Hørsholm til ca. 80 m u.t. ved Humlebæk. Dalaflejringerne over kalken veksler meget, fra moræneaflejringer til tykke aflejringer af smeltevandssand, -silt og -ler.

### Funderingskoncept

Geologien i projektområdet er kun kendt i overordnede linjer, og variation og beskaffenhed af jordbunden inden for området ved Nivå Flak kendes ikke. Der foreligger ingen boringer i selve området, og kystnære boringer på land viser meget varierende geologi med op til 40 m tykke lag af henholdsvis glacialt smeltevandssand, -silt og -ler samt moræneler ved både Hørsholm og Humlebæk. Smeltevandsaflejringerne af silt og ler blev vurderet som relativt faste og egnet til en direkte fundering i forbindelse med et projekt på Nivå renseanlæg.

Geotekniske forundersøgelser i Øresund er helt nødvendige for at kortlægge geologien inden for projektområdet og for at vurdere det mest attraktive funderingskoncept på Nivå Flak. Er de øvre lag af moræneler og smeltevandsler fremherskende, vil et gravitationsfundament være den mest oplagte løsning. Dog kan monopæle i stål vise sig at være et værdigt alternativ på netop denne lokalitet, hvis smeltevandssandlaget viser sig mægtigt og overfladenært.

### Forundersøgelser

Geologi og lagdeling i området bør undersøges med reflektionsseismik (ekkolod, pinger og sparker samt side scan sonar). På hver mølleposition bør der udføres én geoteknisk boring, der føres til en dybde af 20-40 m dybde med prøvetagning til geologisk beskrivelse, vingeforsøg og SPT (standard penetration test) i henholdsvis ler- og sandaflejringer pr 1-2 m penetration. Boringen skal udføres med foringsrør til fuld dybde. Tæt på hver boring bør der yderligere udføres et forsøg med CPT (cone penetration test) til bestemmelse af jordbundens styrke- og stivhedsprofil.

I laboratoriet udføres forsøg til fastlæggelse af styrke- og deformationsegenskaber samt til kalibrering og fortolkning af CPT resultater.

### Udførelse

Udførelsen af gravitationsfundamenter i beton til Nivå Flak vil forløbe som beskrevet for Køge Bugt.

En monopæl installeres med ramning, hvorefter overgangsstykket placeres ovenpå, og mellemrummet injiceres. Installation af monopæle er forbundet med en del støj fra ramningen. Dette kan påvirke specielt pattedyr i arbejdsområdet, da lyden forplanter sig langt gennem vand. Støjen kan også medføre en påvirkning over land til de nærmeste beboere ved kystnære projekter.



Figur 5.9 Vindmøller på monopæle.

#### **Net tilslutning**

I Nivå Bugt området kan der opstilles 23 vindmøller. Vindmøllerne vil være på 3-3,5MW. Området indgår i scenarie 3 og 4 og i begge tilfælde med 23 vindmøller. Vindmølle parken opdeles elektrisk i grupper af 8 møller. Nettilslutningspunktet kommer til at ligge på kystlinjen mellem Sletten og Nivå Havn eller umiddelbart nord for Rungsted. I begge tilfælde føres hver havvindmøllernes gruppes forsyningskabler direkte til land ved 33kV forsyningsspænding. Herfra overtager net- / transmissionsvirksomheden den videre energitransport til det overordnede net.

#### **Anlæg, drift og nedtagning**

Udskibningshavn i anlægsfasen kan være Helsingør havn.

Området er ikke tilstrækkeligt stort til at rumme Fase 1. Der skal således indtages et af de fire andre områder ved etablering af Fase 1. Servicehavn til møllerne på Nivå Flak foreslås derfor valgt ved Dragør eller Prøvestenen der ligger i nærheden af de øvrige andre områder.

#### **Muligheder for etapeopdeling**

Området er relativt lille og det vil ikke være hensigtsmæssigt at foretage udbygning af dette område i etaper.



## 6 Økonomi

Den estimerede årsproduktionen for hvert af de fem scenarier samt for hvert enkelt område fuldt udbygget er summeret i Tabel 6.1. Udgangspunkt for valg af antal møller i forhold til produktionskravet har været møllernes brutto produktion.

De viste produktionstal er nettoproduktion, dvs. der er taget hensyn til elektriske tab, tab pga rådighedsfaktor samt skyggevirkning mellem møllerne i vindfarmen og skyggevirkning fra andre møllefarme i området. Der er regnet med et samlet tab på 10% i forhold til bruttoproduktionen.

Den producerede elektricitet erstatter elektricitet produceret på konventionelle kraftværker og reducerer dermed emission af CO<sub>2</sub>. For København kan regnes med en reduktion svarende til 0,511 kg CO<sub>2</sub> pr produceret kWh med vindmøller. Den samlede fortrængning for de forskellige scenarier er også vist i Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Årsproduktion for forskellige scenarier for mølleplaceringer.

Scenarie	Fase	Lokalitet	Antal møller	Installeret effekt MW	Netto årsproduktion GWh/år	Fuldlast timer pr år	Reduktion i CO <sub>2</sub> udledning kTon pr år
1	1	Nordre Flint	41	123	425	3455	594
	2	Nordre Flint og Aflandshage	52 23	156 69	737	3318	
	IALT		116	348	<b>1162</b>		
2	1	Køge Bugt	43	129	404	3132	595
	2	Aflandshage, Nordre flint og Køge Bugt	24 46 3	72 138 9	247 485 29	3372	
	IALT		116	348	<b>1165</b>		
3	1	Nivå Flak og Nordre Flint	23 16	69 48	224 170	3390 3233	

	2 IALT	Nordre Flint	73 112	219 336	708 <b>1102</b>		563
4	1 2 IALT	Køge Bugt Nivå Flak, Aflandshage, Nordre Flint og Køge Bugt	43 23 24 23 3 116	129 69 72 69 9 348	404 224 247 243 29 <b>1147</b>	3132 3339	586
5	1 2 IALT	Nordre Flint Nordre Flint	41 60 101	123 180 303	420 576 <b>996</b>	3415 3200	509
<b>Køge</b>			46	138	433	3134	221
<b>Aflandshage</b>			24	72	247	3431	126
<b>Nordre Flint</b>			93	279	926	3319	473
<b>Nivå Flak</b>			23	69	224	3241	114

Beregningsudskrifter vedrørende de enkelte møllers produktion for scenarier 1 til 5 er vist i Appendix 2.

## 6.1 Anlægsøkonomiske forudsætninger

### Forundersøgelser

Før etablering af vindmølleparkerne skal udføres en række forundersøgelser. Budget for disse forundersøgelser, incl. geotekniske undersøgelser, anslås at være af størrelsesordenen DKK 100 - 200 mil. I nærværende screening anslås budget til forundersøgelser at være DKK 150 mil.

### Vindmøller

Prisen for en offshore vindmølle er af størrelsesordenen DKK 9 mil MW. For referencemøllen på 3 MW svarer dette til en budgetteret møllepris på DKK 27 mil.

Prisen for opstilling og installation af en offshore vindmølle budgetteres til DKK 3 mil, inkl. transport. Det samlede budget for én 3 MW mølle er DKK 30 mil.

### Entreprenørudgift for møllefundamenter

Den hårde moræne eller kalk, der træffes nær eller ved havbunden i henholdsvis Køge Bugt og ved Saltholm, sammen med de moderate vanddybder, gør

gravitationsfundamenter i beton til det oplagte valg for disse lokaliteter. Det formodede smeltevandssand ved Nivå udelukker på ingen måde gravitationsfundamenter, men gør her monopæle i stål til et værdigt alternativ.

De bestemmende parametre for fundamenternes hoveddimensioner er belastninger fra vindmøllen og bølge-, strøm- og ispåvirkninger, jordbundsforhold og vanddybder. Forholdene i Køge Bugt og Saltholm svarer til forholdene i Nysted/Rødsand og Sprogø. Møllestørrelsen var 2,3 MW Siemens for førstnævnte og 3,0 MW Vestas for Sprogø. Baseret på erfaringerne fra disse projekter og fra andre publicerede kilder skønnes omkostningen til et færdigt installeret gravitationsfundament inkl. apering at være ca. 2,6 MDKK/MW (millioner kroner pr. installeret MW).

Forudsætningerne for denne pris er:

- Fundamenterne produceres i Polen og transporteres på pramme til anlægsstedet, ligesom Nysted/Rødsand 2, Lillgrund og Sprogø. Det må forventes, at denne fremgangsmåde vil forblive den mest omkostningseffektive en rum tid fremover.
- Prisen er anlægsomkostning i dagpriser (entreprenørudgift), ekskl. moms og ekskl. usikkerhed og uforudseeligt
- Der er tilstrækkeligt flydende udstyr tilgængeligt på udførelsestidspunktet.

Det sidste er en nødvendig antagelse, idet den kraftige udbygning med havvindmøller sætter markedet for flydende udstyr under pres, hvilket kan medføre flaskehalsproblemer med deraf følgende prisstigninger.

På screenings-niveau er der ikke grundlag for en yderligere detaljering af prisgrundlaget.

På denne baggrund kan entreprenørudgiften til fundamenter af en vindpark med 43 stk. 3,0 MW turbiner skønnes til følgende:

$$43 \text{ stk. } 3,0 \text{ MW: } 43 \times 2,6 \times 3,0 = 335 \text{ MDKK (7,8 MDKK/stk)}$$

Den summariske pris per installeret MW giver ikke information om stordriftfordelene ved anlæg af større parker. Denne fordel kan vurderes ud fra antagelsen om, at mobilisering/demobilisering er næsten konstant uagtet parkens størrelse. Omkostningerne til mobilisering og demobilisering kan skønnes til 50 MDKK, hvorved fås følgende skøn for en fase 2 vindpark med 77 møller:

$$77 \text{ stk. } 3,0 \text{ MW: } 77 \times (335 - 50)/43 + 50 \sim 560 \text{ MDKK (7,3 MDKK/stk)}$$

For området ved Nivå Flak kan monopæle-fundamenter vise sig være et værdigt alternativ. Erfaringsmæssigt er anlægsomkostningen herfor af samme størrelsesorden, men vil være stærkt afhængig af de faktiske jordbundsforhold. Bl.a. vil tilstedeværelsen af siltlag reducere jordens bæreevne, hvilket ville øge

omkostningerne. Det anbefales derfor på det foreliggende grundlag og formål at benytte ovennævnte priser uændret for denne lokalitet.

#### **Omkostninger til geotekniske forundersøgelser**

Som et bidrag til vurdering af de samlede omkostningerne til forundersøgelser, er der for hver af de fire foreslåede lokaliteter i foreslået et geoteknisk forundersøgelserprogram, der i runde tal skønnes til:

Lokalitet	Antal møller	Pris i MDKK
Køge Bugt	46	26
Aflandshage	24	17
Saltholm Flak	93	47
Nivå Flak	23	18

Forudsætningerne for overslaget er:

- Enhedspriser pr. m penetration for henholdsvis kerneboring og CPT base-ret på generelle erfaringer fra tilsvarende projekter.
- Priserne er inkl. planlægning, offshore feltarbejde samt udarbejdelse af geoteknisk datarapport.
- Priserne er ekskl. moms og ekskl. efterfølgende vurdering og fortolkning, usikkerhed og uforudseeligt.

#### **El tilslutning**

Vindmølle bekendtgørelsen er under revision netop omkring bestemmelserne for omkostningsfordeling mellem vindmølleejerne og net-/transmissionsvirksomheder. Resultatet af denne revision kan forventes at have indflydelse på vindmølleparkernes nettilslutnings pris.

Som led i forundersøgelserne indgår en nærmere undersøgelse og vurdering af havbunden hvor nettilslutningskablerne skal nedgraves/nedspules. Bundforholdene kan vise sig at være vanskelige for kabeludlægningen og medføre øgede omkostninger for nettilslutningen af vindmølleparkerne.

## **6.2 Samlet anlægsbudget**

Det samlede anlægsbudget for hvert scenarie er summeret i Tabel 6.2. Anlægsbudget per MW er ens på de forskellige områder svarende til ca. DKK 15-16 mio. pr. MW. Dette er ca. to gange anlægsprisen for landbaserede vindmøller.

Årsagen til at anlægsprisen er ens på de forskellige områder er at funderingsforholdene er ens og at afstand til land fra de forskellige områder er af samme størrelsesorden.

### 6.3 Drift økonomiske forudsætninger

Drift omkostninger for en havvindmøllepark omfatter en række udgifter inklusiv udgifter til servicefartøj og havnefaciliteter. Driftsomkostningerne anslås, baseret på erfaringer fra andre, lignende projekter at være af størrelsesordenen 3% pr. år af anlægsomkostningerne.

### 6.4 Rentabilitet

#### Forudsætninger

For at sammenligne de enkelte scenariers rentabilitet er anvendt en metode der beregner nutidsværdien af henholdsvis de årlige udgifter og de årlige indtægter. På basis heraf kan produktionsprisen pr. kWh for de enkelte scenarier beregnes som nutidsværdier, og den interne rente bestemmes. I beregningerne er forudsat, at priserne på råvarer og arbejdskraft samt driftsomkostninger er konstante over perioden. Følgende beregningsforudsætninger er benyttet:

- Tariffer: Nord-pool fremskrivning
  - Nettarif: 0,02 DKK/kWh i hele perioden
  - Prissikring: -0,08 DKK/kWh i hele perioden
  - Adm.: -0,008 DKK/kWh i hele perioden
  - Tilskud: 0,25 DKK/kWh i periode svarende til 22.000 fuldlasttimer (Fase 1 hhv Fase 2 tildeles fuldlasttimer)
- Årlig energiproduktion: se Tabel 6.1
- Driftudgifter: 3% af anlægsudgifter
- Investering: se Tabel 6.2
- Kalkulationsrente: 7%
- Mølleparkernes levetid: 20 år

#### Resultater

Den interne rente for hvert scenarie ved hhv. "lav" og "høj" eltilslutningspris er vist i Tabel 6.2 og Tabel 6.3

Tabel 6.2 Anlægsbudgettet og produktionspris (NPV for de 5 scenarier).

Scenarie	Fase	Lokalitet	Anlægs- budget per fase	Anlægs- budget i alt <sup>1)</sup>	Anlægs- budget i alt <sup>2)</sup>	Intern rente lav eltilslut- nings- pris	Intern rente høj eltilslut- nings- pris	NPV lav eltilslut- nings- pris	NPV høj eltilslut- nings- pris
			Mil DKK	Mil DKK	Mil DKK	%	%	Mil DKK	Mil DKK
1	1	Nordre Flint	1802						
	2	Nordre Flint og Aflandshage	3296						
		TOTAL		5234	5526	6,7	5,7	-60	-314
2	1	Køge Bugt	1890						
	2	Aflandshage, Nordre flint og Køge Bugt	3208						
		TOTAL		5214	5490	6,6	5,6	-102	-336
3	1	Nivå Flak og Nor- dre Flint	1714						
	2	Nordre Flint og Aflandshage	3208						
		TOTAL		5052	5295	6,9	6,1	-24	-181
4	1	Køge Bugt	1896						
	2	Nivå Flak, Af- landshage, Nor- dre Flint og Køge Bugt	3219						
		TOTAL		5180	5447	6,5	5,5	-126	-370
5	1	Nordre Flint	1771						
	2	Nordre Flint	2592						
		TOTAL		4476	4711	5,9	4,9	-260	-545

Tabel 6.3 Anlægsbudgettet og produktionspris (NPV for de 4 områder).

	Anlægs- budget i alt <sup>1)</sup>  Mil DKK	Anlægs- budget i alt <sup>2)</sup>  Mil DKK	Intern rente lav elttilslut- ningspris  %	Intern rente høj elttilslut- nings- pris  %	NPV lav elttilslut- nings- pris  Mil DKK	NPV høj elttilslut- nings- pris  Mil DKK
Køge Bugt	2059	2160	5,5	4,6	-192	-316
Aflandshage	1076	1134	6,5	5,8	-11	-82
Nordre Flint	4173	4408	6,3	6,3	-175	-464
Nivå Flak	1029	1037	6,0	5,9	-62	-72

1) Baseret på ertilslutning til nærmeste punkt på land

2) Baseret på mest sandsynlige ertilslutning på land

Ved eventuelle efterfølgende økonomiske analyser foreslås udført følsomhedsanalyser på rentabiliteten, idet inflation, prisændringer på møller samt på fossile brændstoffer har stor indflydelse på den finansielle og økonomiske rentabilitet for vindmølleprojekterne.



## 7 Referencer

Andersen-Harild, P. 1991. Fugle og sæler i Øresund. Rapport, Skov- og Naturstyrelsen.

Angantyr L.A., J. Rasmussen og P. Göransson (2007). Fisk i Øresund. Øresundsvandsamarbejdet.

Angantyr, L.A. & Nordell, O. 2007 : Fysiske ”forstyrrelser” / Fysisk störning i Øresund. Udgivet af: Øresundsvandsamarbejdet.

Bay J. (1989). Undersøgelse af yngel og opvækstforhold for fisk i de kystnære dele af Øresund og Kattegat. Danmarks-Fiskeri-og havundersøgelser. Rapport til hovedstadsrådet.

Carlsson C., J.B. Hansen, L.A. Angantyr og A. Vedel (2006) Øresunds vegetation. Øresundsvandsamarbejdet.

COWI/VKI Joint Venture (1990a). Undersøgelse af konsekvenser for havmiljøet af en fast forbindelse over Øresund, KM 04.2. Bundvegetation og blåmuslinger omkring Saltholm og Amager. Feltundersøgelser 1990. Teknisk baggrundsrapport nr 02. November 1990. Rapport til Projektorganisation DSB/VD Øresund.

COWI/VKI Joint Venture (1990b). Kortlægning af marinbiologiske forhold I Øresund 1990.

COWI 2002. Strandpark ved Springforbi. Jægersborg Statsskovdistrikt. Hydrauliske undersøgelser.

Dansk Forening for Rosport (DFfR). Langtursreglement. Revideret marts 2009. <http://www.roning.dk/Aktiviteter/Turroning/~media/Files/turroning/langtursreglement.ashx>

Det Kulturhistoriske Centralregister (DKC). <http://www.dkconline.dk/>

Dietz, R, Teilmann, J., Damsgaard Henriksen, O. & Laidre, K. (2003). Movements of seals from Rødsand seal sanctuary monitored by satellite telemetry. Relative importance of the Nysted Offshore Wind Farm area to the seals. National Environmental Research Institute. - NERI Technical Report 429: 44 pp. Frederiksborg Amt (1997). Fiskeundersøgelse i Nivå bugt 1997.

DONG Energy, Vattenfall, The Danish Energy Authority and the Danish Forest and Nature Agency (2006). Danish Offshore Wind-Key Environmental Issues

Energistyrelsen 2007: Fremtidens havmølleplaceringer 2025 - Udvalget for fremtidens havmølleplaceringer.

<http://www.ft.dk/samling/20061/almde/EPU/Bilag/197/367690.PDF>

Energistyrelsen 2006. Havmølleparker og Miljøet - Erfaringer fra Horns Rev og Nysted. Rapport.

GEUS 1999: Øresund: Den faste forbindelse og kystmiljøet. Geologi - Nyt fra GEUS. Nr. 2 1999.

Guillemette, M., Larsen, J.K. og Clausager, I. 1998. Impact Assessment of an Off-shore Wind Park on Sea Ducks. DMU Faglig Rapport nr. 227.

Göransson P., L.A. Angantyr, J.B. Hansen, G. Larsen og F. Bjerre (2002). Øresunds bundfauna. Øresundsvandsamarbejdet.

Larsen, A. B., Poulsen, V.H., Roed Jacobsen, P, Mangor, K.. 1978. Kysttekniske studier af Køge Bugt. ISVA Juni 1978.

Mattfield & Sykes (2005). Offshore Wind Energy - Implementing a New Powerhouse for Europe

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Fiskeriministeriets Database:

<http://ferv.fvm.dk/default.aspx?ID=53018>

Müller J.P. og H.J. Jensen (2001). Fiskebestanden i Køge bugt August 2001. Rapport udarbejdet af Fiskeøkologisk Laboratorium 2001.

Nilsson, L. 2001. Möjlig påverkan på fågelfaunaen av en vindkraftpark på Lillgrund, Öresund - En miljökonsekvensbeskrivning. Rapport til Vindval.

Noer, H., Fox, A.D. og Madsen, J. 1994. Bird Monitoring in relation to the Establishment of a Fixed Link across Øresund. Rapport fra DMU.

Noer, H. & T.K. Christensen 1996. Fredningen ved Saltholm og risiko for birdstrikes i Københavns Lufthavn. Faglig rapport fra DMU nr. 155.

Olsen, K.M. 2006. Fuglene i Østdanmark og Sydsverige. Lindhardt og Ringhof.

Petterson, J. 2006. Flyttande små- och sjöfåglar - en förstudie med lokalradar i Kalmarsund. Rapport fra Naturvårdsverket.

Risø 1999: Evaluation of power production from an offshore wind farm at Middelgrunden.

Risø 1999: The wind resource at Middelgrunden.

Skov- og Naturstyrelsen (2006). Tilladelse til indvinding af råstoffer i område 554-BA Nivå Flak.

Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet. 2004. Kystlandskabet - Udpegning af Danmarks Nationale Interesseområder indenfor Geologi, geomorfologi og kystdynamik.

Statens Luftfartsvæsen 2010. BL 3-10. Bestemmelser om luftfartshindringer. Udgave 2, 22. januar 2010.

Teilmann, J., Sveegaard, S., Dietz, R., Petersen, I.K., Berggren, P. & Desportes, G. (2008): High density areas for harbour porpoises in Danish waters. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 84 pp. – NERI Technical Report No. 657.

Vattenfall (2006). Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status Report for the Environmental Monitoring Programme 2005 Prepared for: The Environmental Committee of the Danish Offshore Wind Farm Demonstration Projects