

NOVEMBER 2018
ENERGISTYRELSEN

FINSCREENING AF HAVAREALER TIL ETABLERING AF NYE HAVMØLLEPARKER

VINDRESSOURCE, LAYOUTS OG ENERGIPRODUKTION



COWI

NOVEMBER 2018
ENERGISTYRELSEN

FINSCREENING AF HAVAREALER TIL ETABLERING AF NYE HAVMØLLEPARKER

VINDRESSOURCE, LAYOUTS OG ENERGIPRODUKTION

PROJEKTNR.

A114354

DOKUMENTNR.

114354-1-3

VERSION

2.0

UDGIVELSESDATO

26-11-2018

BESKRIVELSE

Delrapport

UDARBEJDET

CELH

KONTROLLERET

FLLS/TODL

GODKENDT

ANJS

INDHOLD

1	Indledning	7
2	Metode og antagelser	8
2.1	Vindmølle	8
2.2	Layoutprocessen	8
3	Datagrundlag	10
3.1	Mesoscale modellering	10
3.2	Vindressource	11
4	Potentielle vindmøllepark layouts	20
4.1	Nordsøen	20
4.2	Jammerbugten	27
4.3	Hesselø	30
4.4	Kriegers Flak	33
5	Bruttoområder	37
6	Resultater	38
6.1	Flow model	38
6.2	Langtidskorrektion	38
6.3	Tab	39
6.4	Produktionsestimater	39

BILAG

Bilag A Beskrivelse af StormGeos vindmodellering

Bilag B Vestas V164 8 MW Effektkurve

Bilag C Vindmøllepark layouts

- C.1 Nordsøen Layouts
- C.2 Jammerbugten Layouts
- C.3 Hesselø Layouts
- C.4 Kriegers Flak Layouts

Bilag D Bruttoområder

- D.1 Nordsøen
- D.2 Jammerbugten
- D.3 Hesselø
- D.4 Kriegers Flak

1 Indledning

Regeringen fremlagde sit energiudspil d. 26. april 2018 bl.a. indeholdende et initiativ om en 800 MW havmøllepark til etablering i 2024-27. For at identificere et mere præcist forslag til placering af denne park er der behov for en detaljeret screening af Nordsøen og Østersøen. I løbet af 2017 og som en del af arbejdet med energiudspillet gennemførte Energistyrelsen en grovscreening af det danske havareal. Resultatet af grovscreeningen var en identifikation af 4 egnede områder til en kommende havmøllepark på 800 MW. De fire områder er Nordsøen, Jammerbugt, Hesselø og Kriegers Flak.

Selvom grovscreeningen har identificeret fire oplagte områder til kommende havmølleparker, så er der stadigvæk behov for at vide mere præcist, hvordan en havmøllepark på 800 MW ideelt bør placeres inden for hvert af områderne.

Denne delrapport beskriver resultaterne af finscreening af de fire identificerede områder i relation til vindressource. Endvidere indeholder delrapporten potentielle layouts og dertil hørende energi produktion. De potentielle layouts er baseret på kravene fra Energistyrelsen som angivet i opgavebeskrivelsen, samt vindressourcen sammen holdt med konklusioner og anbefalinger fra to andre delrapporter; havbund og geologiske forhold samt miljøscreeningen.

2 Metode og antagelser

Som beskrevet i delrapporterne for miljø og havbundsforhold, er der foretaget en screening af de udvalgte områder, for at fastlægge hvilke af disse områder, der bedst egner sig til opførelsen af en havvindmøllepark og om der er nogen områder, der helt er udelukket. Som konklusionen i begge rapporter viser, er der ingen områder, som er udelukket, dog varierer egnetheden af områderne sig. Denne sidste del af konklusionen er et af basisinputtene til de potentielle placeringer af de vindmøllepark layouts, som betragtes i denne rapport.

Et andet vigtigt input til placering af de potentielle layouts er vindressourcen.

2.1 Vindmølle

For at kunne generere layouts skal det besluttes hvilken mølle der skal anvendes. Udgangspunktet har været at bruge en så stor mølle som muligt under forudsætning af at COWI kunne få en effektkurve og Ct kurve for den givne mølle. Markedet for havvindmøller bevæger sig meget hurtigt, og alene under udarbejdelsen af denne rapport har Vestas sendt en 10 MW havvindmølle på markedet.

Når der er tale om mere generelle opgaver anvender man normalt Windpro og de effektkurver, som ligger i dette program. Imidlertid indeholder Windpro ikke effektkurver for de seneste større møller (i.e. 8 MW og opefter). COWI har på trods af dette besluttet at anvende en 8 MW mølle, idet det anses for at være den størrelse mølle som minimum er retvisende for nærværende. Det blev derfor forsøgt at finde en effektkurve og tilhørende Ct kurve for en 8 MW mølle, og det lykkedes at fremskaffe data for Vestas V164-8 MW, og det er derfor denne vindmølle, der er benyttet i beregningerne. COWI ikke har nogen som helst præference for en specifik mølle, og Vestas V164-8 MW er alene anvendt, idet det var den eneste 8 MW mølle hvor en effektkurve og Ct kurve kunne fremskaffes. Den anvendte effekt og Ct kurve for Vestas V164 8 MW vindmøllen kan ses i Bilag B.

Der er valgt en navhøjde på 107 m, så den maksimale tiphøjde bliver 187 m som på Horns Rev 3.

Det er klart COWIs forventning, at de fremtidige bud på den (de) nye vindmøllepark(er) vil inkludere en større vindmølle (10 MW+), end den der er brugt i screeningen. Men da dette er en screening med henblik på en rangordning, og derfor en relativ vurdering blandt de fire områder, har den specifikke kapacitet af vindmøllen ikke indflydelse på rangordningen.

2.2 Layoutprocessen

Det er bestemt, at den nye vindmøllepark skal være på 800 MW installeret effekt. Da der er anvendt en 8 MW vindmølle, betyder det, at hvert layout består af 100 vindmøller. Dog er der et layout, som adskiller fra dette, da den ene konfiguration på Kriegers Flak kun består af 30 vindmøller grundet det mindre areal.

Grundlæggende forudsætninger for layout processen var fastlagt i opgavebeskrivelsen:

- > *en parkstørrelse på 800 MW*
- > *en mølletæthed på 0,22 km²/MW*
- > *et bruttoområde til opstiller, som er 30% større end nødvendigt for Jammerbugten, hvorimod for Hesselø og Nordsøen angives et bruttoområde som er 40% større end nødvendigt*
- > *for Nordsøen angives min. tre mulige placeringer*
- > *for Nordsøen og for Hesselø skal afstande til kyst ikke være nærmere end 20 km, mens Jammerbugt optimeres således at de 228 km² (800 MW park + 30%) placeres så langt fra kysten som muligt inden for området*

Baseret på disse krav og sammenholdt med resultaterne fra miljø og havbunds-screeningerne har COWI udarbejdet forskellige potentielle layouts. Udgangspunktet var at placere møllerne optimalt i forhold til hovedvindretningen under hensyntagen til miljø- og havbundsforhold. De mulige layouts blev derpå lagt symmetrisk ud fra en betragtning om visualitet og hensyntagen til kabellægning.

COWI har valgt at udforme symmetriske layouts, typisk for havvindmølleparker, hvor der er taget hensyn til at mindske skyggetab. Det er besluttet at ikke benytte et optimeringsværktøj, da man ved detail optimering af park layout, ikke kun skal kende vindressourcen men også skal kende til møllens styringsstrategi, mere præcise skyggeparametre, øvrige klimatiske forhold osv. Det er vurderet, at de betragtede symmetriske layouts – som på ingen måde er urealistiske i forhold til mange eksisterende offshore projekter – er fuldt tilstrækkelige til at rangere de udvalgte områder i forhold til at sammenligne af vindressourcen. Det vil således på nuværende tidspunkt og med opgavens formål in mente, ikke være relevant at optimere yderligere på layoutene.

Det skal dog bemærkes, at det endelige layout formentlig vil afvige fra de præsenterede layouts, idet det vil afhænge af den specifikt valgte mølletype. Når denne er valgt, vil det derfor være relevant at forsøge optimere på layoutet.

Skyggetab forårsaget af eventuelle naboparker f.eks. ved Kriegers Flak udenfor områderne er ikke inkluderet i beregningerne.

Desuden er afstanden mellem møllerne vurderet i forhold til Horns Rev 3, som netop bliver opført med Vestas V164 8 MW vindmøller. Her er afstandene 1,1-1,5 km, hvilket er benyttet som udgangspunkt for layoutprocessen i finscreeningen.

3 Datagrundlag

3.1 Mesoscale modellering

Mesoscale modellering er en anerkendt og "state of the art" metode til at fastlægge vindressourcen, når målinger ikke er tilgængelige.

COWI foretog i 2014 en validering af mesoscale vinddata for kystnære projekter i Danmark¹. Disse data blev leveret af StormGeo A/S (underrådgiver til COWI A/S), som er højt specialiserede inden for metocean forecasting og hindcasting til bl.a. offshore- og vindindustrien. Valideringen blev udført på baggrund af eksisterende målinger fra otte meteorologiske master, som står både til havs og på land. Konklusionen fra valideringen var, at de genererede mesoscale data er i så god overensstemmelse med egentlige målinger, at de kan anvendes til med en acceptabel usikkerhed at bestemme vindressourcen for danske havvindmølleprojekter.

COWI har derfor benyttet data fra samme model som i ovenstående validering for at fastlægge vindressourcen i de fire områder. StormGeo benytter WRF² mesoscale modelleringen, med en række implementerede forbedringer. Simuleringen af WRF modellen er udført over to kalenderår, med en tidsopløsning på 1 time og med en horisontal opløsning på 3 km. Detaljer for modellen er vist nedenfor samt yderligere beskrivelse i Bilag A.

- > WRF Version 3.5
- > Simuleringsperiode: 01-09-2011 til 31-08-2013
- > Nesting/opløsning: 27-9-3 km
- > Input data: ERA-Interim
- > Hindcast strategi: Kold start, så hver individuel kørsel i modellen har en varighed på 180 timer, men de første 12 timer bliver kasseret da det er vurderet til indkørselstid. Spektral tilpasning er anvendt for være i overensstemmelse med randbetingelserne.
- > Vertikal opløsning: 46 eta niveauer, meget høj opløsning nær overfladen med lag på ca. 16, 48, 79, 111, 143, og 176 meter.
- > Land overflademodel: NOAH (27-9-3 km)
- > Land-use data: MODIS-afledte (Original data: 0.00833 grader, gridded til 27-9-3 km)

¹ *Six nearshore wind farms, study related to wind resource, Validation report*, November 2014 for Energinet

² Weather and Research Forecasting, se Bilag A.

> Model top: 50 hPa

Hvert udtrukket datapunkt fra mesoscale modellen, som repræsenterer en given position indeholder vindhastighed, vindretning, temperatur og atmosfærisk tryk i højderne 40, 60, 80, 100, 120 og 140 m. Antallet af udtrukne punkter varierer afhængig af de udvalgte områders størrelse og udformning. I Tabel 3.1 kan antallet af valgte punkter for hver af de fire områder ses.

Tabel 3.1 Antal mesoscale punkter for hvert område

Område	Antal punkter
Nordsøen	5
Jammerbugten	4
Hesselø	4
Kriegers Flak	4

Udover de to års mesoscale data, er der benyttet 20 års EMD ConWx data til at langtidskorrigere de estimerede produktionstal.

3.2 Vindressource

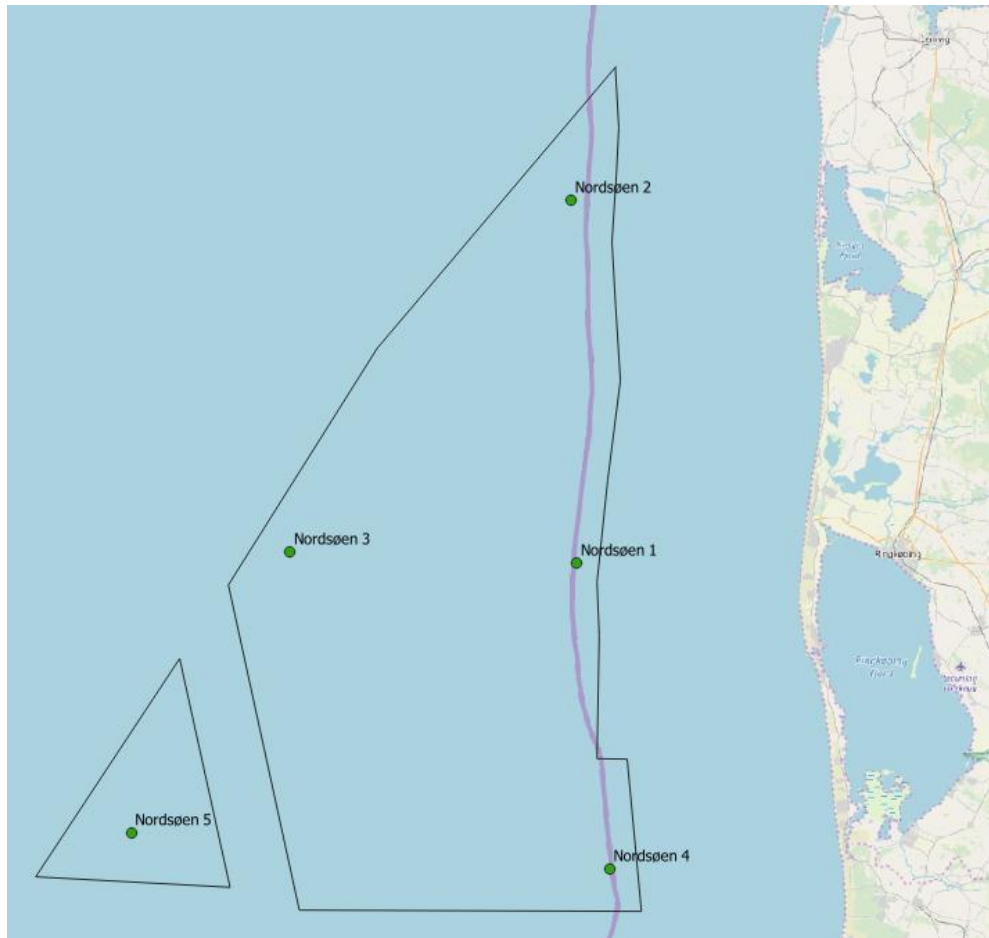
I dette afsnit beskrives vindressourcen for de fire områder.

3.2.1 Nordsøen

Ved Nordsøen er der udvalgt fem punkter, hvor der er trukket data fra mesoscale modellen, se Figur 3.1 og Tabel 3.2. De fem punkter blev valgt, så de dækker området bedst muligt, både så man kan se ændringen i vinden fra land mod havet, og også fra nord til syd langs kysten.

Tabel 3.2: Mesoscale punkter Nordsøen

Nordsøen	X	Y
1	421807	6215402
2	421237	6251375
3	393409	6216514
4	425050	6185094
5	377669	6188676



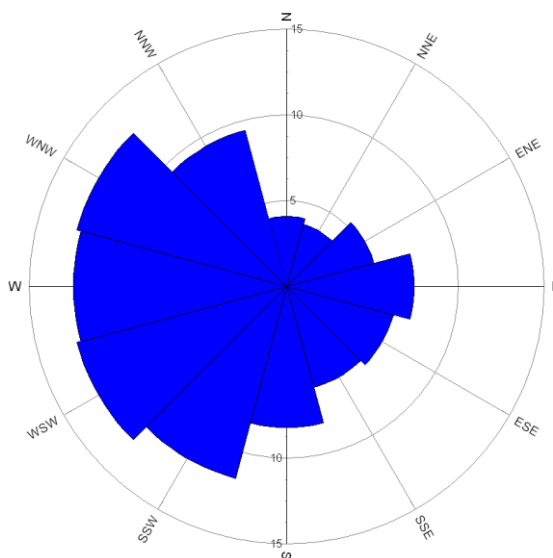
Figur 3.1: Datapunkter i området ved Nordseen

I Tabel 3.3 vises den modellerede middelvindhastighed, samt de tilhørende Weibull parametre for de 5 punkter. Her kan det ses, at vinden kun varierer 2,4% henover området, og som forventet er højest jo længere fra kysten man kommer. Forskellen mellem Nordseen 3 og Nordseen 5 er dog ikke ret stor, idet indflydelsen fra land bliver forsvindende i en afstand svarende til Nordseen 3.

Tabel 3.3: Vindhastigheder og Weibull parametre for datapunkter ved Nordseen, 100 m over havet

	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Aritmetisk vindhastighed [m/s]	10,09	10,16	10,23	9,99	10,20
Weibull A [m/s]	11,43	11,52	11,53	11,31	11,52
Weibull k [-]	2,3603	2,3490	2,3057	2,3613	2,3285
Weibull vindhastighed [m/s]	10,13	10,21	10,21	10,03	10,20

Den modellerede vindretning er som forventet ens for de 5 punkter, og det ses på Figur 3.2 at hovedvindretningen ved Nordseen er fra vestsydvest til vestnordvest.



Figur 3.2: Frekvens vindrose ved Nordsøen

3.2.2 Jammerbugten

Ved Jammerbugten er der udvalgt 4 punkter, se Figur 3.3 og Tabel 3.4, som dækker området således at ændringen jo længere fra kysten man kommer kan ses, og også ændringen langs kystlinjen beskrives.

Tabel 3.4: Mesoscale punkter Jammerbugten

Jammerbugten	X	Y
1	519635	6352452
2	507652	6360646
3	530018	6373291
4	497763	6352246



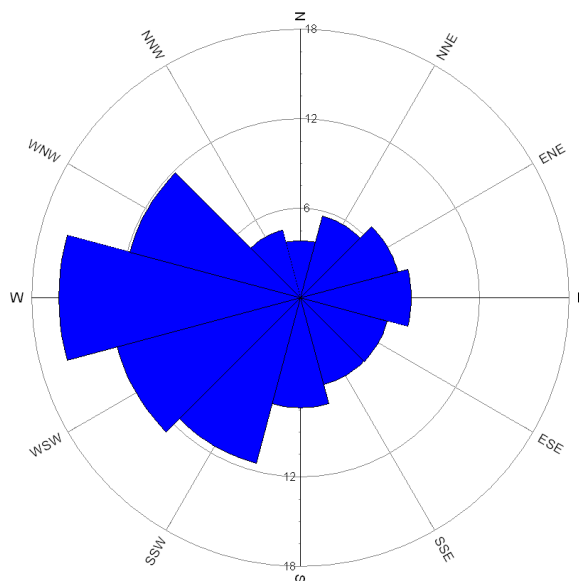
Figur 3.3: Datapunkter i området ved Jammerbugten

I Tabel 3.5 vises den modellerede middelvindhastighed, samt de tilhørende Weibull parametre for de 4 punkter. Her kan des ses at, vinden varierer 3,1% henover området. Som forventet er vindhastigheden højest ved Jammerbugten 2 og 4, da disse to punkter ligger mere frit i forhold til land for vindretningen sydsyd-vest, hvor vinden kommer fra i en stor del af tiden.

Tabel 3.5: Vindhastigheder og Weibull parametre for datapunkter ved Jammerbugten, 100 m over havet

	J 1	J 2	J 3	J 4
Aritmetisk vindhastighed [m/s]	9,70	9,76	9,50	9,80
Weibull A [m/s]	11,01	11,05	10,82	11,10
Weibull k [-]	2,2557	2,2568	2,2551	2,2761
Weibull vindhastighed [m/s]	9,75	9,79	9,59	9,83

Den modellerede vindretning er som forventet ens for de 4 punkter, og det ses på Figur 3.4 at hovedvindretningen ved Jammerbugten er fra vest.



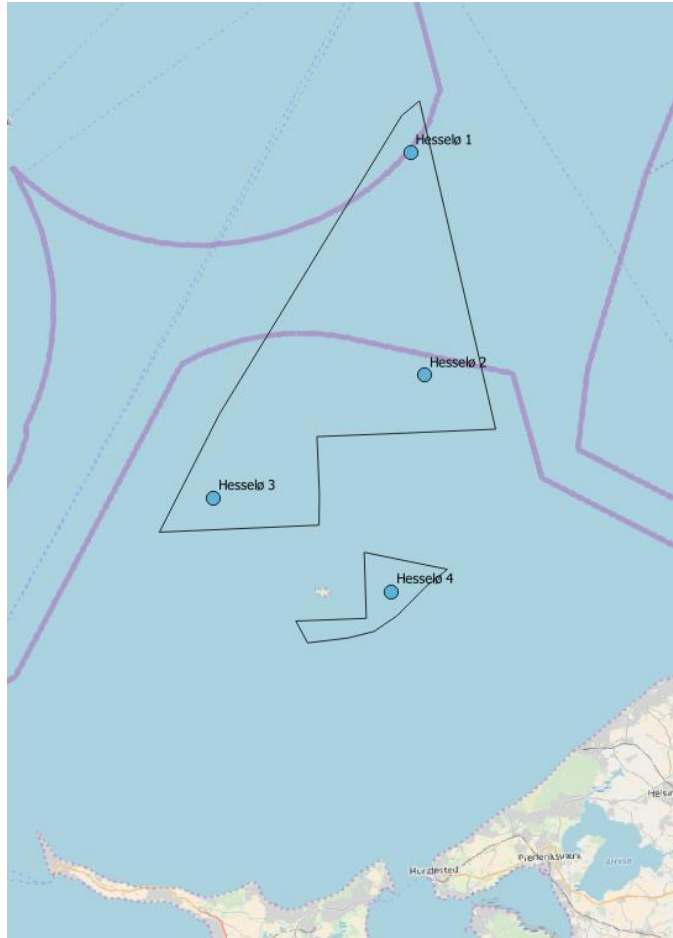
Figur 3.4: Frekvens vindrose ved Jammerbugten

3.2.3 Hesselø

Ved Hesselø er der også udvalgt 4 punkter, se Figur 3.5 og Tabel 3.6. Tre punkter repræsenterer det store område Hesselø A og et enkelt punkt repræsenterer Hesselø B. De tre punkter i Hesselø A er placeret således, at hele området er passende dækket. Det er vurderet, at et enkelt punkt er tilstrækkeligt for Hesselø B, da området er relativt lille.

Tabel 3.6: Mesoscale punkter Hesselø

Hesselø	X	Y
1	675825	6271133
2	677112	6250903
3	657936	6239748
4	674101	6231253



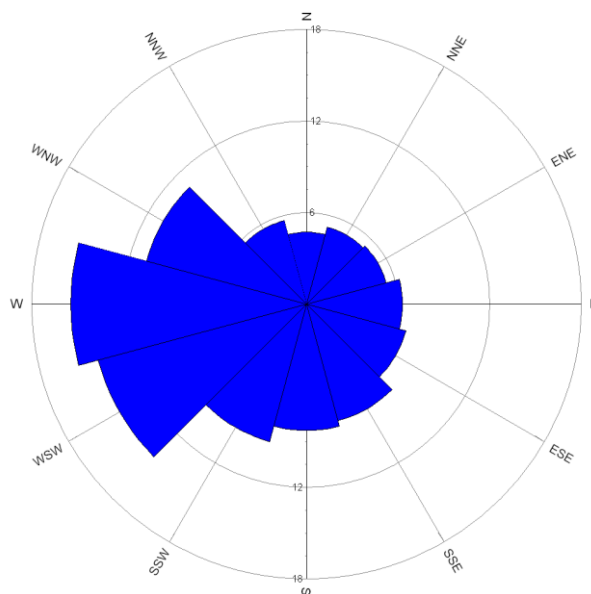
Figur 3.5: Datapunkter i området ved Hesselø

I Tabel 3.7 vises den modellerede middelvindhastighed, samt de tilhørende Weibull parametre for de 4 punkter. Her kan det ses at vinden kun som forventet varierer 2,7% henover området, idet området ligger minimum 20 km fra nærmeste kyst og er ligeligt eksponeret for vind kommende fra hovedvindretningerne.

Tabel 3.7: Vindhastigheder og Weibull parametre for datapunkter ved Hesselø, 100 m over havet

	H 1	H 2	H 3	H 4
Aritmetisk vindhastighed [m/s]	9,27	9,19	9,44	9,19
Weibull A [m/s]	10,62	10,51	10,83	10,51
Weibull k [-]	2,3778	2,3627	2,3868	2,3623
Weibull vindhastighed [m/s]	9,41	9,31	9,60	9,32

Den modellerede vindretning er som forventet ens for de 4 punkter, og det ses på Figur 3.6 at hovedvindretningen ved Hesselø er fra vest.



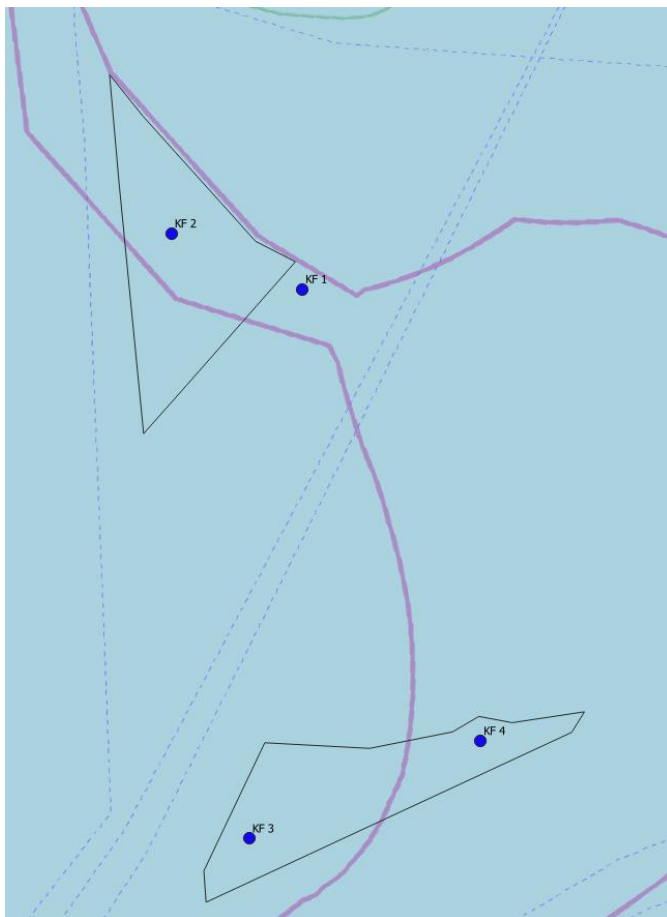
Figur 3.6: Frekvens vindrose ved Hesselø

3.2.4 Kriegers Flak

Ved Kriegers Flak er der udvalgt to punkter i hhv. Kriegers Flak A (nordlige område) og Kriegers Flak B (sydlige område), se Figur 3.7 og Tabel 3.8. I Kriegers Flak A ligger punkterne ikke helt optimalt i forhold til områdets afgrænsning. Det skyldes at området blev justeret undervejs i processen (efter datapunkterne var modelleret) grundet opdaterede sejlruiter. Det har imidlertid ikke signifikant betydning, da punkterne stadig kan beskrive vindressourcen for området. Punkterne i Kriegers Flak B beskriver området passende fra øst til vest.

Tabel 3.8: Mesoscale punkter Kriegers Flak

Kriegers Flak	X	Y
1	744054	6117031
2	736973	6120048
3	741177	6087270
4	753702	6092560



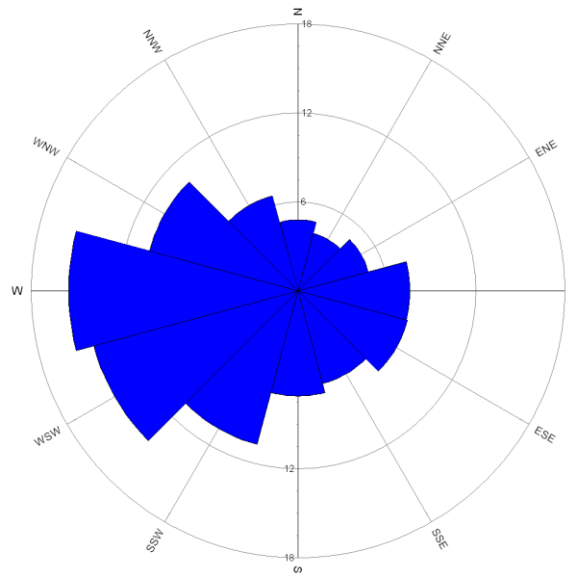
Figur 3.7: Datapunkter i området ved Kriegers Flak

I Tabel 3.9 vises den modellerede vindhastighed, samt de tilhørende Weibull parametre for de 4 punkter. Her kan des ses at vinden kun varierer 0,8% henover området, og som forventet er vinden højest ved KF 1 og KF 4, da disse ligger længst fra land i hovedvindretningen.

Tabel 3.9: Vindhastigheder og Weibull parametre for datapunkter ved Kriegers Flak, 100 m over havet

	KF 1	KF 2	KF 3	KF 4
Aritmetisk vindhastighed [m/s]	9,53	9,48	9,51	9,56
Weibull A [m/s]	10,91	10,83	10,89	10,95
Weibull k [-]	2,4050	2,3948	2,4214	2,3970
Weibull vindhastighed [m/s]	9,67	9,60	9,66	9,71

Den modellerede vindretning er som forventet ens for de 4 punkter, og det ses på Figur 3.8 at hovedvindretningen ved Kriegers Flak er fra vest.



Figur 3.8: Frekvens vindrose ved Kriegers Flak

3.2.5 Vindressource oversigt

Tabel 3.10 viser den gennemsnitlige vindhastighed for de fire områder baseret på de udtrukne mesoscale data punkter.

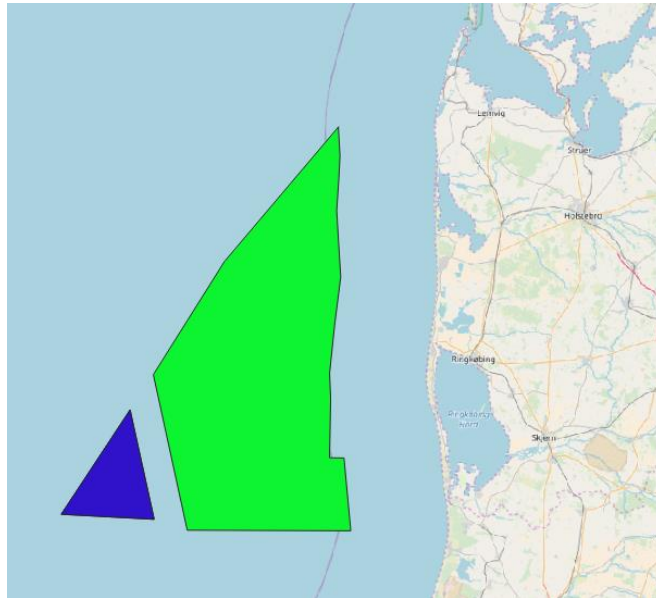
Tabel 3.10: Middelvindhastighed for de fire områder

Område	Aritmetisk vindhastighed [m/s]
Nordsøen	10,13
Jammerbugten	9,69
Hesselø	9,27
Kriegers Flak	9,52

4 Potentielle vindmøllepark layouts

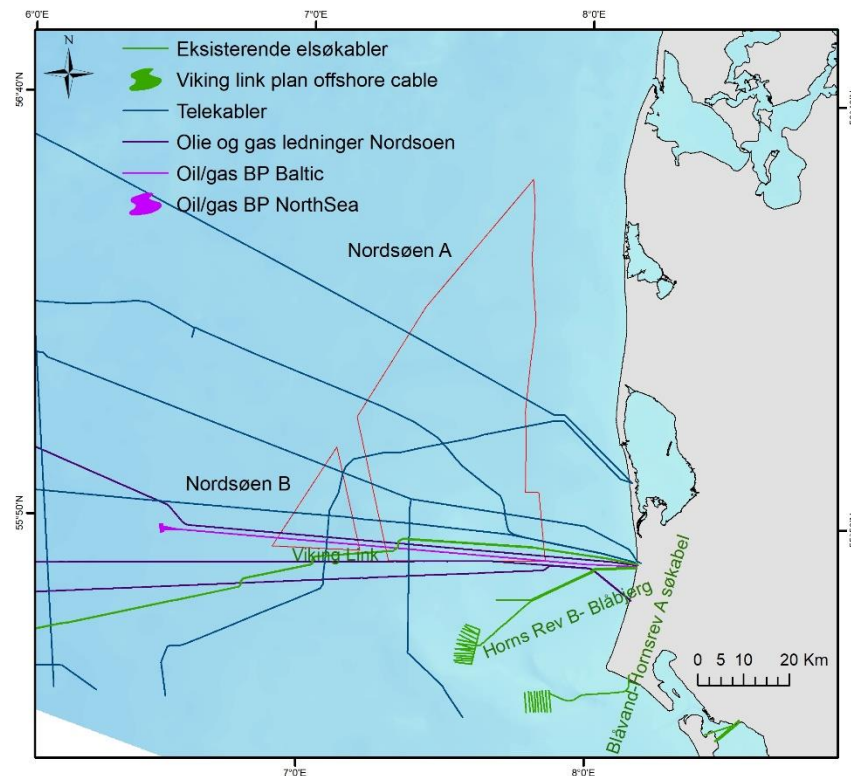
4.1 Nordsøen

Området, som Energistyrelsen har valgt at betragte ved Nordsøen, består af to delområder, Nordsøen A og Nordsøen B, som vist på Figur 4.1.



Figur 4.1: Udpeget område ved Nordsøen. Grønt område er Nordsøen A, blå område er Nordsøen B

Baseret på de identificerede havbundsforhold, er der ikke nogen fordel ved at benytte område B frem for område A. Miljøscreeningen viser heller ikke nogen fordele ved at benytte område B, en analyse af de planmæssige forhold viser desuden at der i store dele af Nordsøen B er en række eksisterende og planlagte elkabler og olie/gas ledninger, se Figur 4.2.



Figur 4.2: Eksisterende og planlagte kabler i og omkring Nordsøen

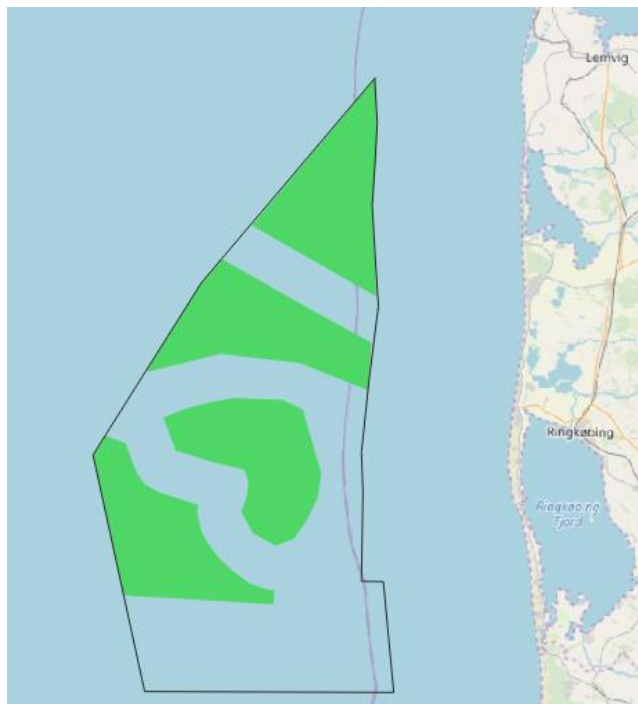
Vindforholdene, som beskrevet i afsnit 3.2, viser heller ikke nogen væsentlig forøgelse af middelvinden, fra det yderste af område A til område B. Da det endvidere vil kræve en ekstra længde på eksportkablerne, er det besluttet at se bort fra område B og kun fokusere på område A.

Baseret på placeringen af elkabler og olie/gas ledninger i den sydlige del af Nordsøen A er det besluttet også at undlade at benytte den del af området der ligger sydligere end det sydligste telekabel.

Det er defineret i udbudsdokumentet fra Energistyrelsen, at der ikke må placeres vindmøller tættere på kysten end 20 km. Hele området ligger minimum 20 km fra kysten, og derved kan hele området benyttes.

I området ved Nordsøen var det et krav fra Energistyrelsen, at der skal kunne placeres minimum 3 vindmølleparker, og der er derfor et krav om et friholdelsesareal på 6 km rundt om parkerne, således at de ikke vil påvirke hinanden signifikant i forhold til skyggetab. COWI har udført beregninger for at vurdere om 6 km er tilstrækkeligt i forhold til at undgå skyggetab fra naboparkerne, og beregningen viste at skyggetabet blev forøget med mindre end 0,3 %. Det er derfor vurderet at de 6 km friholdelsesareal er tilstrækkeligt.

Energistyrelsen har ønsket at få undersøgt hvordan området udnyttes bedst muligt, hvis der over de næste 10-15 år skal etableres flere parker i området. COWI er kommet frem til fire mulige områder der hver har plads til 800 MW + 40 % ekstra bruttoområde, de kan ses på Figur 4.3. Områderne har en størrelse på ca. 246 km², og overholder friholdsarealet på 6 km.



Figur 4.3: Fire mulige områder i Nordsøen A

Det er besluttet at beholde det oprindelige layout 4 som en del af analysen, da denne park kan komme i spil, hvis der vælges et scenarie med kun tre parker i Nordsøen. I Tabel 4.1 nedenfor ses hvilke parker der inkluderes i scenariet med hhv. tre og fire parker.

Tabel 4.1: Oversigt over layouts i de to scenarier

Layout	Scenarie med tre parker	Scenarie med fire parker
Layout 1	X	X
Layout Nord		X
Layout Nord 2		X
Layout 4	X	
Layout Syd	X	X

Havbundsanalysen har udpeget et område i midten af Nordsøen til at være Grøn_2 og dermed meget velegnet til den kommende vindmøllepark. Resten af området er vurderet velegnet.

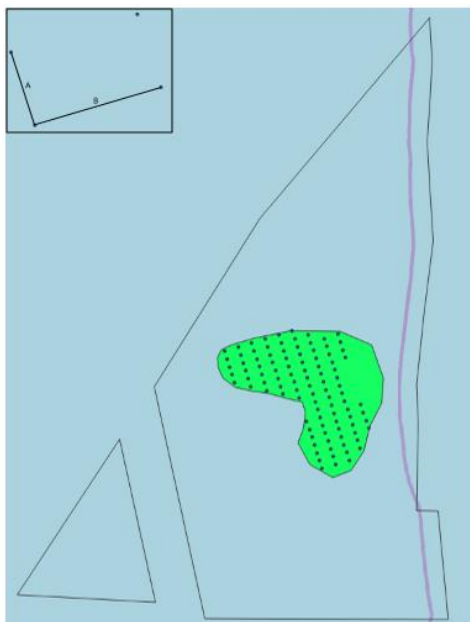
Afstanden mellem møllerne er valgt således at den i udbuddet angivne mølletæthed på 0,22 km²/MW er opfyldt³. Hele Nordsø områdets form er ikke optimal i forhold til den dominerende vindretning, som er vestsydvest til vestnordvest. Men vindretningen er taget i betragtning, således at der er størst afstand mellem møllerne i hovedvindretningen for at minimere skyggetab.

Koordinater for alle fem layouts er præsenteret i bilag C.1

³ 0,22 km²/MW svarer til et område på 176 km² når der opstilles 800MW.

4.1.1 Layout 1

På Figur 4.4 ses området, hvor havbundsforholdene er vurderet til at være Grøn_2. Området er 271 km², og det er derfor muligt at placere 800 MW indenfor dette område, og stadig opfylde kravet til mølletæthed. I det første forslag til layout for Nordsøen er alle møllerne således placeret indenfor for dette område. I en iterativ proces, hvor afstandene mellem møllerne blev justeret, således at de kunne placeres inden for området, og der ikke var møller, der stod "alene", hvilket kan give problemer i forhold til kabellayoutet, blev den endelige placering af møllerne som vist på Figur 4.4.



Figur 4.4: Nordsøen område inklusiv havbunds vurderet område Grøn_2, samt foreslået placering af møllerne i Layout 1

I dette layout dækker møllerne et område på 177,4 km² som svarer til en mølletæthed på 0,22 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.4) er:

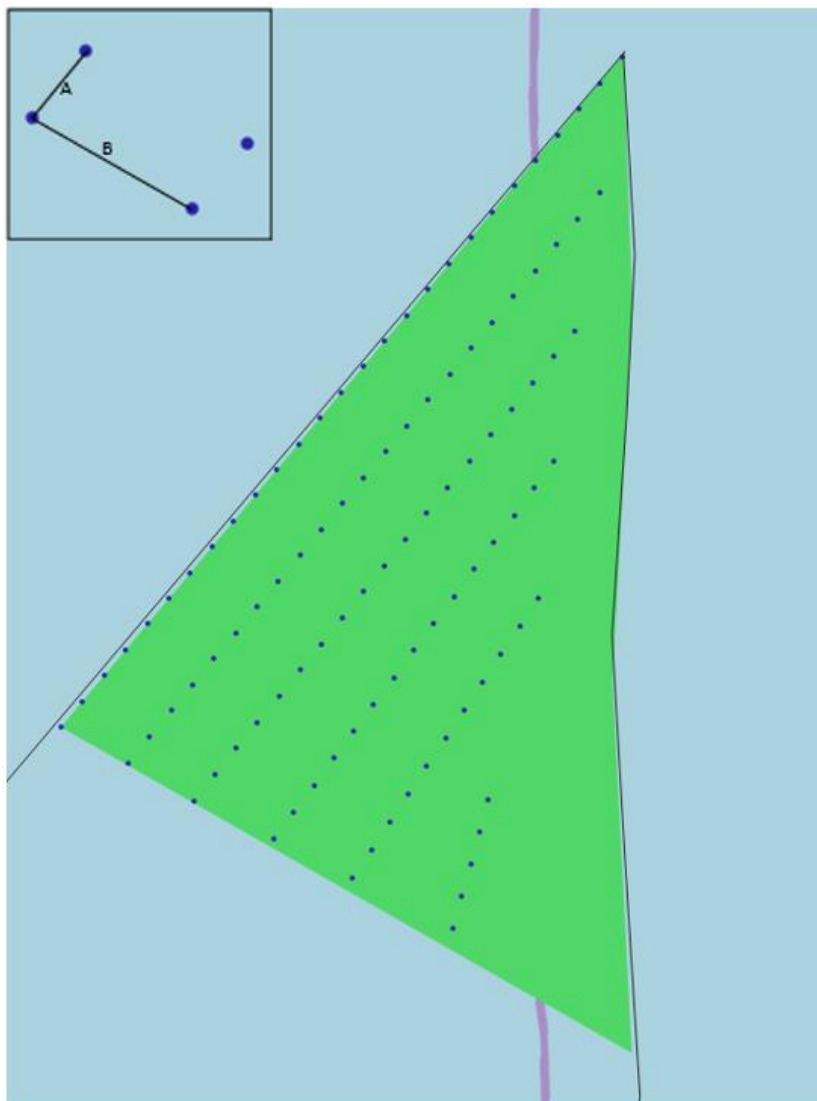
- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1152 m / 7 RD⁴
- > Afstand B (hovedvindretningen): 1968 m / 12 RD

Nærmeste afstand til land er 27 km fra den sydligste mølle i den bagerste række.

4.1.2 Layout Nord

Bortset fra området Grøn_2, hvor havbundsforholdene er vurderet til at være mere egnet end den resterende del, er vurderingen af havbundsforholdene mere eller mindre ens i resten af området. Layout Nord er placeret i det nordligste område i Nordsøen. Der har været forsøgt flere mulige layouts, men det på Figur 4.5 viste layout, resulterede i det mindste skyggetab.

⁴ RD = Rotordiameter



Figur 4.5: Nordsøen område inklusiv foreslået placering af møllerne i Layout Nord

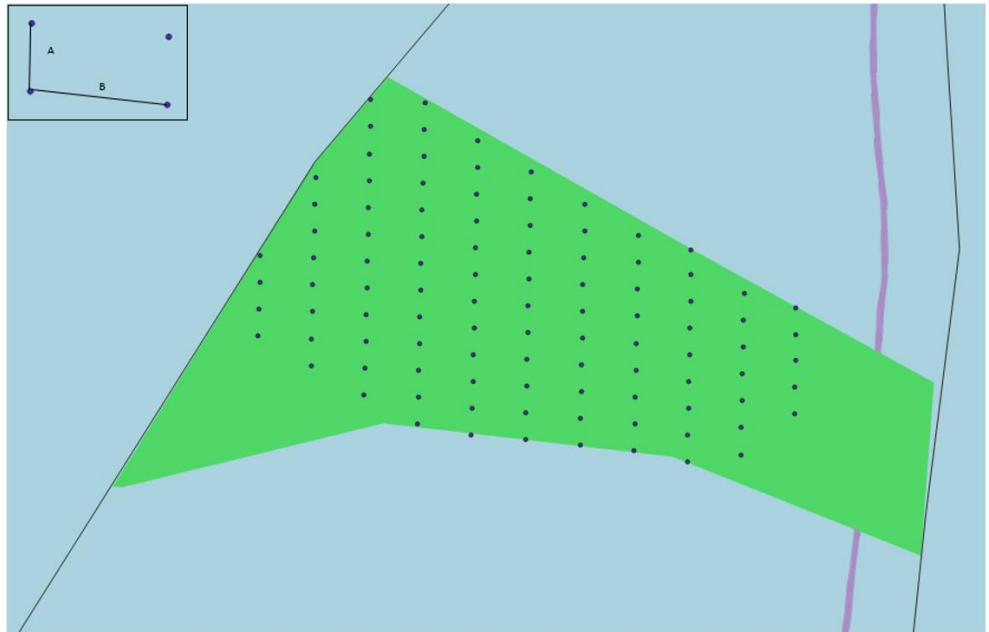
I dette layout dækker møllerne et område på 176 km², som svarer til en mølletæthed på 0,22 km²/MW. I den nordlige del af Nordsøområdet er den vest-nord-vestlige vindretningssektor den sektor med højest energiindhold efterfulgt af vest til syd-syd-vestlige retninger. For at maksimalt udnytte det tilladte areal, med henblik på at muliggøre plads for minimum 3 parker, samtidig med at den nødvendige mølletæthed opretholdes, er layoutet udformet som lige rækker, der gradvis skrånstilles mod vest, hvilket mindsker skyggetabet for de sydligste møller. Layoutet overholder 6 km friholdsarealet til Layout Nord 2. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.5) er:

- > Afstand A: 1000 m / 6.1 RD
- > Afstand B: 2000-2500 m / 12-15 RD

Nærmeste afstand til land er 20.2 km fra den nordligste mølle.

4.1.3 Layout Nord 2

Layout Nord 2 er placeret i det næst nordligste område. Området er defineret således at det overholder 6 km friholdsarealet til det layout Nord og layout 1. Området har ikke den optimale form i forhold til hovedvindretningen men møllerne er placeret på rækker vinkelret på den dominerende vindretning. Flere alternativer, hvor de østligste vindmøller er blevet flyttet til forreste række er blevet analyseret, men forøgelsen i produktion ved at have flere møller i front udjævnes af et forøget skyggetab for de nærliggende vestlige møllerækker. Layoutet ses på Figur 4.6.



Figur 4.6: Nordsøen område inklusiv foreslået placering af møllerne i Layout Nord 2

I dette layout dækker møllerne et område på 175 km², som svarer til en møllætæthed på 0,22 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.6) er:

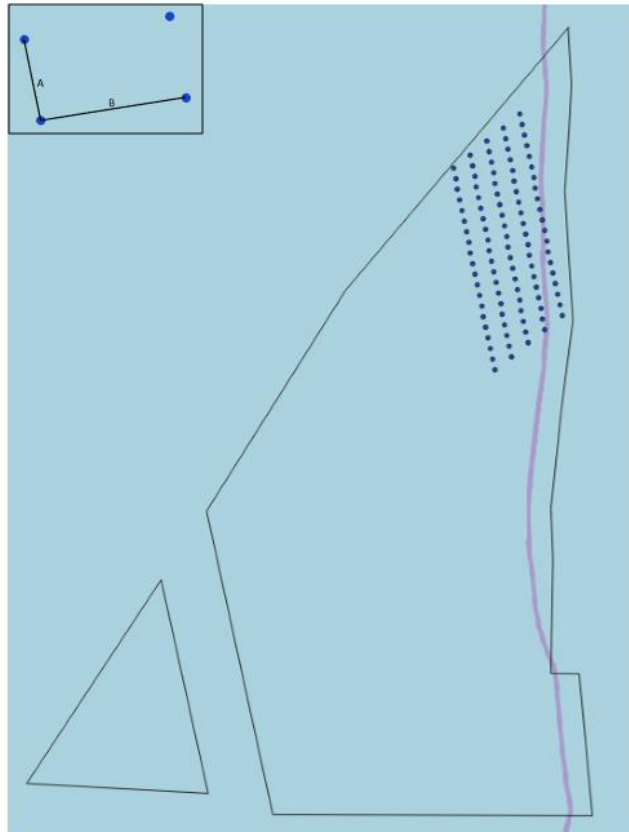
- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1000 m / 7 RD⁵
- > Afstand B (hovedvindretningen): 2000 m / 12 RD

Nærmeste afstand til land er 25 km fra den sydøstligste mølle.

4.1.4 Layout 4

Layout 4 er placeret i den nordligste del af området ved Nordsøen, og det overholder friholdsarealet på 6 km til layout 1 og layout Syd. Placeringen er valgt således, at det er så tæt på land som muligt, og for at mindske længden af eksportkablerne, og derved også tabet, som vil være i kablerne frem til tilkoblingsstedet. Layoutet ses på Figur 4.7.

⁵ RD = Rotordiameter



Figur 4.7: Nordsøen område inklusiv foreslået placering af møllerne i Layout 4

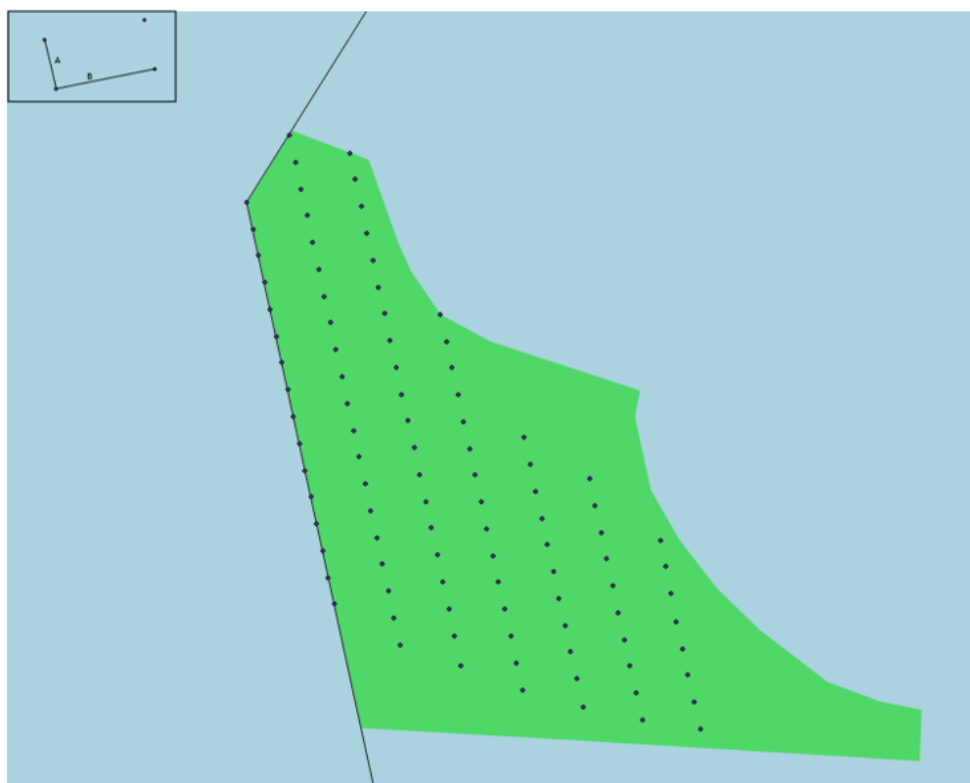
I dette layout dækker møllerne et område på 178 km², som svarer til en mølle-tæthed på 0,22 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.7) er:

- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1158 m / 7 RD
- > Afstand B (hovedvindretningen): 2042 m / 12.5 RD

Nærmeste afstand til land er fra den sydligste mølle i den bagerste række, hvor afstanden er 21 km.

4.1.5 Layout Syd

Layout Syd er placeret i den nordligste del af området ved Nordsøen, og det overholder friholdsarealet på 6 km til layout 1 og layout Syd. Placeringen er valgt således, at det er så tæt på land som muligt, og for at mindske længden af eksportkablerne, og derved også tabet, som vil være i kablerne frem til tilkoblingsstedet. Layoutet, som ses på Figur 4.7, består af lige rækker orienteret parallelt med den sydvestlige områdegrænse som sammenfaller med hovedvindretningen.



Figur 4.8: Nordsøen område inklusiv foreslået placering af møllerne i Layout 4

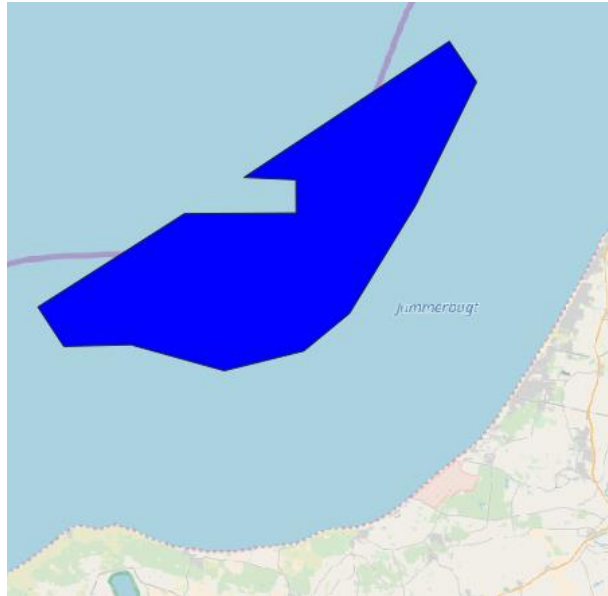
I dette layout dækker møllerne et område på 178 km², som svarer til en mølletæthed på 0,22 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.7) er:

- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1000 m / 7 RD
- > Afstand B (hovedvindretningen): 2000 m / 12 RD

Nærmeste afstand til land er fra den sydøstligste mølle, hvor afstanden er 43 km.

4.2 Jammerbugten

Det udpegede område ved Jammerbugten ses på Figur 4.9. Havbunden er vurderet til at være ens i hele området, men miljøvurderingen er varierende. Den samlede følsomhed for miljøpåvirkning er lavest i den del af området der er tættest på kysten, hvorimod den menneskelige påvirkning er lavest i området længst fra kysten. Derudover er det også et ønske fra Energistyrelsens side, at en potentiel ny vindmøllepark ved Jammerbugten så vidt muligt bliver placeret mindst 20 km fra kysten. Da der ikke er nogle såkaldte showstoppere i miljøvurderingen, er det derfor besluttet at forsøge at placere parken i området længst fra kysten. Der er blevet udarbejdet to forskellige layouts i området ved Jammerbugten, det ene hvor der er optimeret i forhold til at overholde de 20 km til kysten og derved bliver mølletætheden tættere end de 0,22 km²/MW. Det andet, opfylder mølletætheden på 0,22 km²/MW, men afstanden til kysten er kun 15 km.



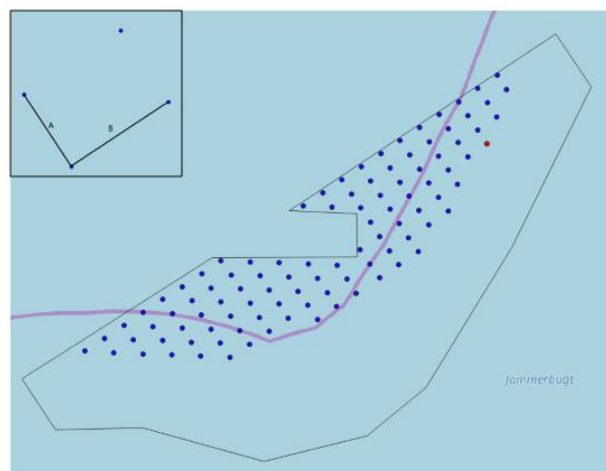
Figur 4.9: Udpeget område ved Jammerbugten

Området har en facon, der ikke er optimal i forhold til hovedvindretningen fra vest, men møllerne er placeret så optimalt som muligt i forhold til at mindske skyggetab.

Koordinater for begge layouts er præsenteret i bilag C.2.

4.2.1 Layout 1

Layout 1 er udarbejdet i forhold til at optimere udformningen bedst muligt ift. skyggetab og samtidig holde den ønskede afstand på 20 km til kysten. Der blev defineret et område sammen med Energistyrelsen, som overholder kravet om 20 km til kysten, og møllerne blev så vidt muligt placeret indenfor dette område. Enkelte af møllerne står dog mellem 19 og 20 km fra kysten. Layoutet kan ses på Figur 4.10.



Figur 4.10: Jammerbugten område samt foreslået placering af møllerne i Layout 1. Rød prik markerer den mølle der er tættest på land

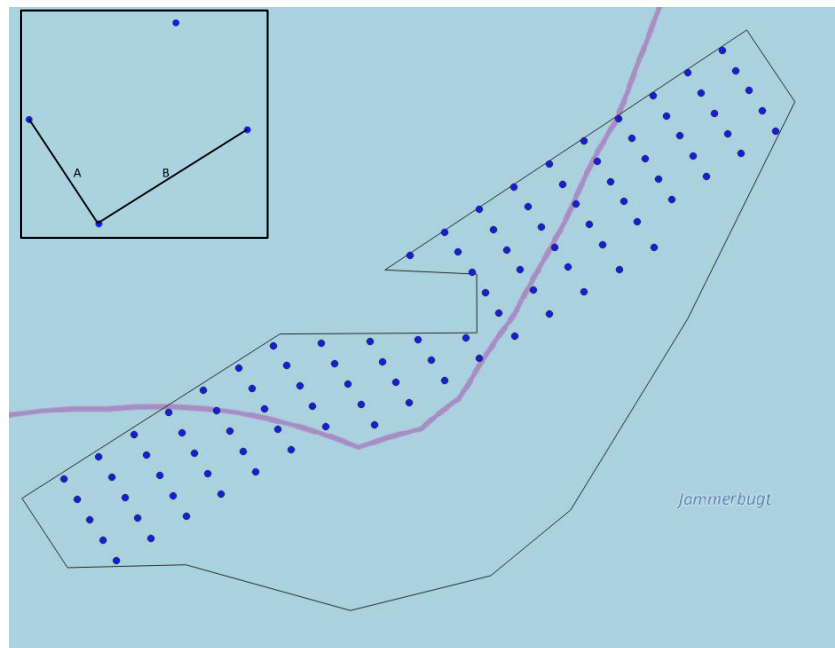
I dette layout dækker møllerne et område på 134 km², som svarer til en mølle-tæthed på 0,17 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.10) er:

- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1098 m / 6.7 RD
- > Afstand B (hovedvindretningen): 1503 m / 9.2 RD

Nærmeste afstand til land er 19,4 km fra den østligste mølle i række fire (markeret med rødt på Figur 4.10).

4.2.2 Layout 2

Layout 2 er udarbejdet i forhold til yderligere at optimere for skyggetab, og samtidig være minimum 15 km fra kysten. Der er derfor så langt som muligt mellem rækkerne vinkelret på hovedvindretningen samtidig med, at møllerne er placeret inden for områdegrænserne. Layoutet kan ses på Figur 4.11.



Figur 4.11: Jammerbugten område samt foreslået placering af møllerne i Layout 2

I dette layout dækker møllerne et område på 179 km² som svarer til en mølle-tæthed på 0,22 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.11) er:

- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1466 m / 8.9 RD
- > Afstand B (hovedvindretningen): 1966 m / 12.0 RD

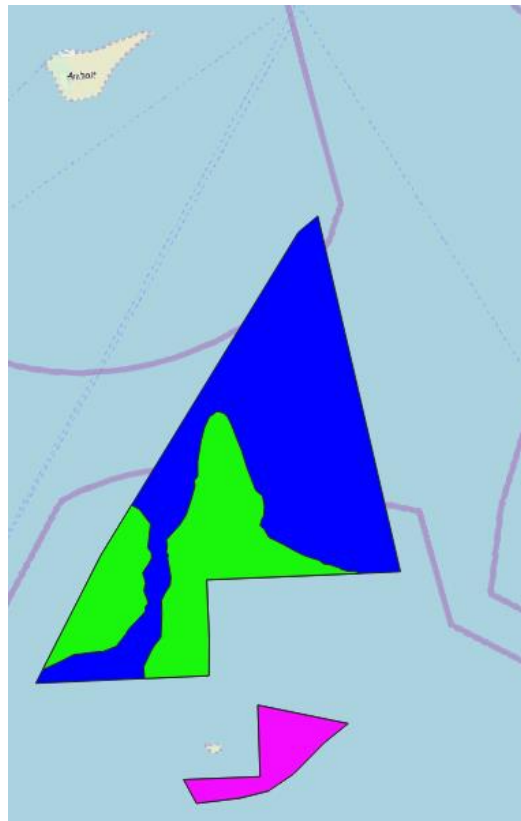
Nærmeste afstand til land er fra de sydvestligste og nordøstligste møller, hvor afstanden er 15,2 km.

4.3 Hesselø

Det udpegede område ved Hesselø er vist i Figur 4.12, og det består af to delområder, A (sydlige) og B (nordlige). I forhold til de miljømæssige vurderinger er det ikke anbefalet at benytte den vestlige del af område A, og da området i forvejen er relativt lille, er det besluttet at se helt bort fra område A. Den nordlige del af område B er også et følsomt område i forhold til miljøvurderingen, og denne del er derfor også valgt fra ift. opstilling af vindmøller.

Havbundsanalysen har vist, at der i område B er to delområder, som er bedre egnede. Disse er vist som de grønne områder i Figur 4.12. For at placere alle møllerne indenfor det bedre egnede område, er der i layout 1 anvendt en større mølletæthed end de angivne 0,22 km²/MW.

Koordinater for begge layouts er præsenteret i bilag C.3.

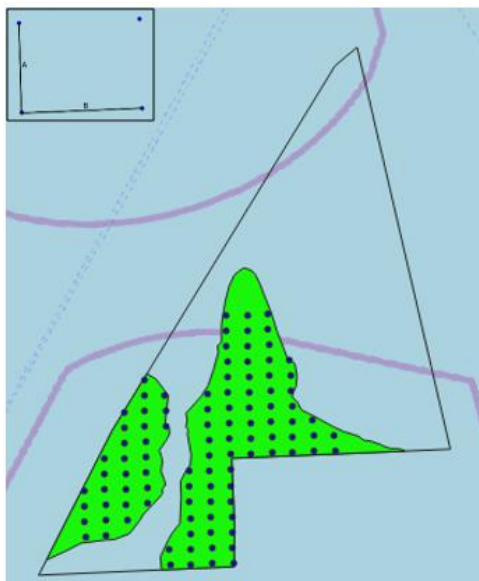


Figur 4.12: Udpeget område ved Hesselø, inkl. områderne med bedst egnede havbundsforhold (grønne områder)

4.3.1 Layout 1

På Figur 4.13 ses området, hvor havbundsforholdene er vurderet til at være Grøn samt forslag til layout, hvor alle møllerne er indenfor disse områder. De er placeret således, at der er 30 møller i det vestlige område og 70 møller i det østlige, hvilket er det mest optimale taget i betragtning af, at der kan kobles 10 møller på et inter-array kabel. Der er lavet forskellige udformninger af layouts indenfor områderne, både hvor de lodrette rækker blev forskudt, men også

hvor de lodrette rækker blev drejet en smule. Det var i sidste ende det viste layout, der præsenterede den bedste nettoproduktion.



Figur 4.13: Hesselø område inklusiv havbundsvurderet område Grøn, samt foreslået placering af møllerne i Layout 1

I dette layout dækker møllerne et område på 166 km², som svarer til en mølletæthed på 0,21 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.13) er:

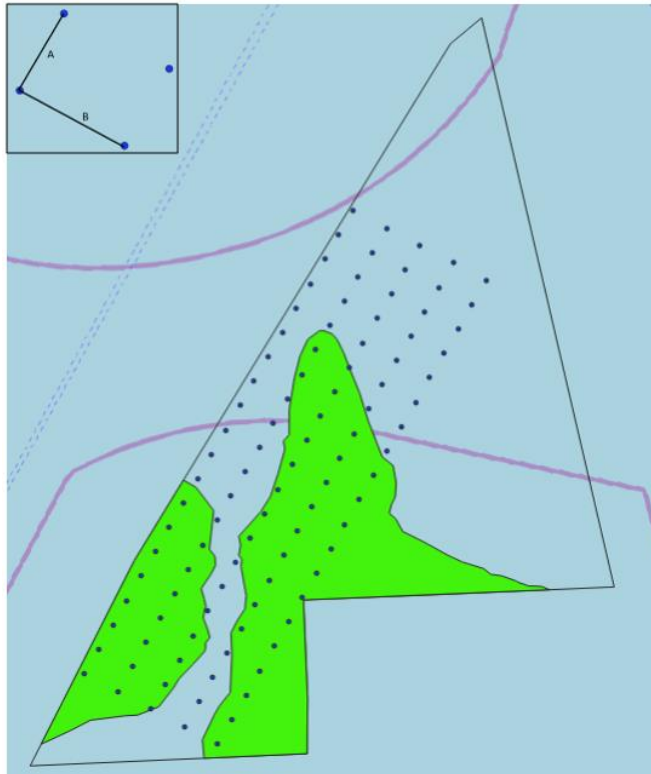
- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1148 m / 7 RD
- > Afstand B (hovedvindretningen): 1558 m / 9.5 RD

Nærmeste afstand til land er 31 km fra den sydøstligste mølle.

4.3.2 Layout 2

Layout 2 ved Hesselø er udarbejdet således, at der er optimeret mere for skyggetab end i layout 1. Dette resulterer i, at møllerne til dels er placeret udenfor de to områder, hvor havbunden er bedst egnet, se Figur 4.14. Der er for dette layout udnyttet, at der kun er en miljømæssig begrænsning i den nordlige del af området, så mølletætheden er mindsket en del i forhold til de 0,22 km²/MW.

Der er foretaget beregninger, hvor møllerne står med kortere afstand i A-retningen på hhv. 1148 m og 1311 m. Det resulterede som ventet i et større skyggetab og derved mindre nettoproduktion. Denne reduktion blev sammenlignet med prisen på de længere inter-array kabler, og det blev vurderet, at det kan svare sig med den større afstand.



Figur 4.14: Hesselø område inklusiv havbundsvurderet område Grøn, samt foreslået placering af møllerne i Layout 2

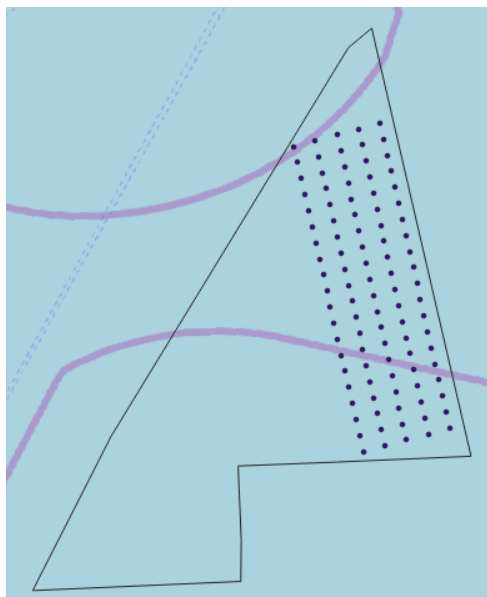
I dette layout dækker møllerne et område på 218 km², som svarer til en mølle-tæthed på 0,27 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.14) er:

- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1475 m / 9 RD
- > Afstand B (hovedvindretningen): 1968 m / 12 RD

Nærmeste afstand til land er 34 km fra den sydligste mølle.

4.3.3 Layout 3

Grundet områdets udformning som i den vestlige del ikke er helt ideel i forhold til hovedvindretningen, er det blevet undersøgt, om det kunne svare sig at placere en park i den østlige del af området. Forslaget til layout kan ses på Figur 4.15. Produktionsberegningen viste at bruttoproduktionen var mindre end for layout 1 og layout 2, hvilket skyldes at vindressourcen er højest i den vestlige del. Desuden var det ikke muligt at få plads til de nordligste møller uden at placere dem i den nordlige del af området, som er følsomt ift. miljøpåvirkning. Derfor er der ikke arbejdet videre med dette layout.

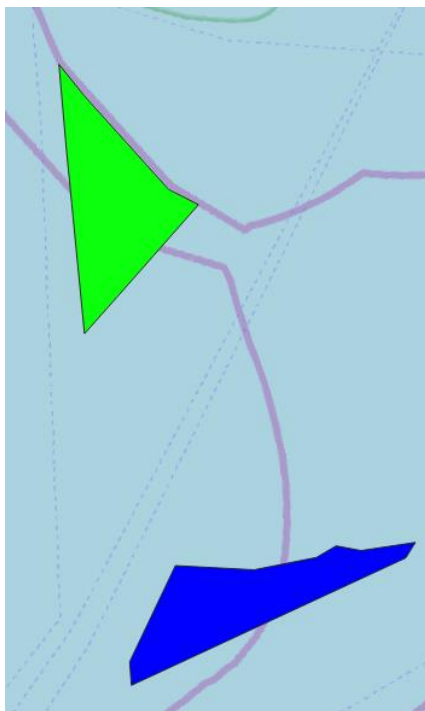


Figur 4.15: Hesselø område, samt foreslået placering af møllerne i Layout 3

4.4 Kriegers Flak

Området ved Kriegers Flak består af to delområder, som det ses på Figur 4.16, den nordlige del (Kriegers Flak A) og den sydlige del (Kriegers Flak B). De to områder er tilsammen 159 km², og derfor vil det ikke være muligt at placere en vindmøllepark på 800 MW og samtidig opretholde en mølletæthed på 0,22 km²/MW. Energistyrelsen ønsker at Kriegers Flak skal indgå i den endelige rangordning, og det blev derfor besluttet at lave to forskellige layouts, et hvor der placeres 800 MW med den lavest mulige mølletæthed, og et hvor der optimeres ift. skyggetab og derved installeres mindre end 800 MW.

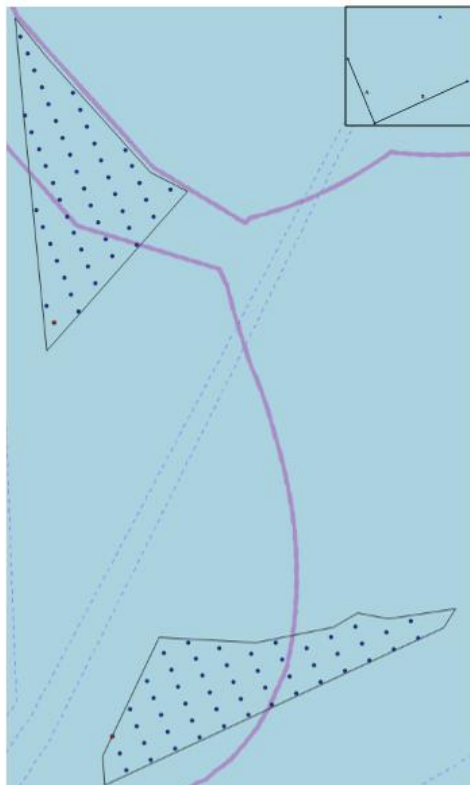
Koordinater for begge layouts er præsenteret i bilag C.4.



Figur 4.16: Udpeget område ved Kriegers Flak

4.4.1 Layout 1

På baggrund af miljøanalysen er der ingen områder i Kriegers Flak, der ikke bør benyttes til opstilling af vindmøller. Havbunden er ikke ideel, men da Kriegers Flak allerede er et benyttet område til vindmøller, er det ikke vurderet til at udelukke etablering af endnu en havmøllepark. For at få så lidt skyggetab som muligt, er hele området benyttet til udformningen af layoutet som ses på Figur 4.17. Det skal bemærkes, at grundet afstanden mellem de to områder, er det nødvendigt at have en transformerplatform til hvert område.



Figur 4.17: Kriegers Flak samt foreslået placering af møllerne i Layout 1

I dette layout dækker møllerne et område på 141 km², som svarer til en mølletæthed på 0,18 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.17) er:

- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1066 m / 6,5 RD
- > Afstand B (hovedvindretningen): 1557 m / 9,5 RD

Nærmeste afstand til land er 14,5 km fra de to møller markeret med rødt på Figur 4.17.

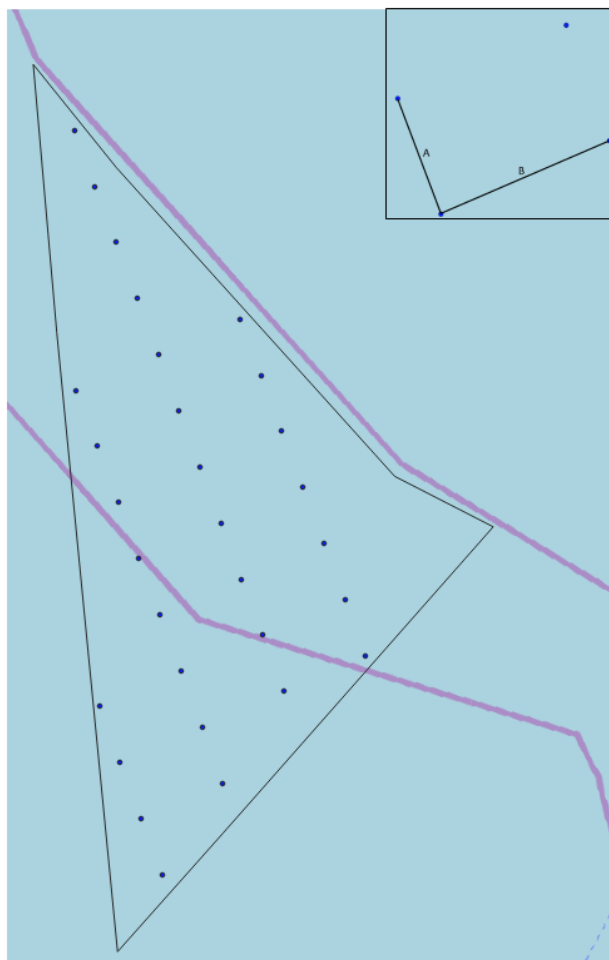
4.4.2 Layout 2

Som nævnt ovenfor, er det nødvendigt at have en transformerplatform til hvert af områderne, så for at lave det mest optimale layout er det besluttet kun at fokusere på et af områderne. Det er valgt at betragte det nordlige område, da det vil gøre eksportkabel ruten til land kortest, samt det faktum at det er det største af de to områder. Der er lavet en række beregninger for at vurdere hvor mange møller, der kunne være det optimale antal. I Tabel 4.2 er antallet af møller, mølletætheden samt skyggetabet vist. Baseret på disse beregninger, samt at der kan tilsluttes 10 møller per inter-array kabel, er det besluttet at arbejde videre med layoutet på 30 møller, som ses på Figur 4.18.

Tabel 4.2: Vurdering af optimale antal møller

Antal Møller	Mølletæthed [km ² /MW]	Skyggetab [%]
--------------	-----------------------------------	---------------

49	0,19	6,0
42	0,20	5,2
30	0,27	3,5



Figur 4.18: Kriegers Flak, foreslået placering af møllerne i Layout 2

I dette layout dækker møllerne et område på 65 km² som svarer til en mølle-tæthed på 0,27 km²/MW. Afstandene mellem møllerne (A og B på Figur 4.18) er:

- > Afstand A (vinkelret på hovedvindretningen): 1312 m / 8 RD
- > Afstand B (hovedvindretningen): 1954 m / 12 RD

Nærmeste afstand til land er 14,8 km fra den sydligste mølle.

5 Bruttoområder

For at give den nødvendige fleksibilitet til opstilleren, er der for hvert parkområde defineret et bruttoområde, som er ca. 30 % større for Jammerbugten og 40 % større for Hesselø og Nordsøen end det område som de potentielle vindmøllepark layouts dækker. Med en mølletæthed på 0,22 km²/MW giver det et bruttoområde på hhv. ca. 228 km² og 246 km².

Områderne er blevet defineret ved at udvide i de retninger det er muligt, således at områdegrænserne ikke overskrides, afstanden (i Nordsøen) mellem parkerne fastholdes på 6 km, samt så vidt muligt at holde områderne indenfor de områder, hvor havbundsforholdene er bedst.

I Tabel 5.1 nedenfor vises størrelserne på potentielle vindmøllepark layouts samt bruttoområdet. Som det kan ses, er bruttoområdet for Jammerbugten 1, mindre end de 228 km², hvilket skyldes at dette layout er optimeret i forhold til at overholde afstanden til land på 20 km, og mølletætheden var derfor større end de 0,22 km²/MW. Det samme er gældende for Hesselø 1, hvor layoutet er optimeret således at møllerne er placeret indenfor de områder, hvor havbundsforholdene er vurderet som grøn. For Hesselø 2 er bruttoområdet ikke 40 % større, da park layoutet allerede var udarbejdet således at mølletætheden var væsentlig mindre end de 0,22 km²/MW.

For Kriegers Flak er de i udbuddet angivne områder, grundet størrelsen, de endelige områder.

Områderne kan ses i Bilag D.

Tabel 5.1: Bruttoområde størrelser i km²

Park	Park areal	Bruttoområde areal
Nordsøen 1	177	245,4
Nordsøen Nord	180	246,4
Nordsøen Nord 2	176	252,5
Nordsøen 4	178	230,2
Nordsøen Syd	174	245,3
Jammerbugten 1	134	189,5
Jammerbugten 2	179	232,5
Hesselø 1	166	244,8
Hesselø 2	218	245,8

6 Resultater

Baseret på de layouts, der er præsenteret i afsnit 4 for de fire områder, er produktionen for hver af parkerne beregnet. I de kommende afsnit beskrives hvilken model og langtidskorrektion der er brugt samt hvilke tab, udover elektriske tab, der er inkluderet.

6.1 Flow model

Beregningerne er foretaget i Windpro med WASP 11 modellen. Til beregning af skyggetab er der brugt N.O Jensens skyggetabsmodel med en offshore wake decay faktor på 0,050, som er anbefalet af DTU for havvindmølleparker. Det skal nævnes, at der for store havvindmølleparker i nogle områder kan være et større skyggetab end det, som den anvendte model giver. Men det er antaget at de beregnede skyggetab er tilstrækkeligt nøjagtige til en relativ vurdering.

6.2 Langtidskorrektion

Stormgeo mesoscale data dækker over en tidsperiode på to år, men det er velkendt at vinden varierer fra år til år, og det er derfor nødvendigt at lave en vurdering af, hvordan vinden har været over en længere periode. I vindindustrien er det normalt at bruge 15 - 20 års langtidsdata, for at få et repræsentativt resultat. Til langtidskorrektionen af de to års mesoscale data for de fire områder, er det valgt at benytte EMD ConWx⁶ data, som COWI har adgang til gennem Windpro. Der er anvendt et 20 års datasæt fra hvert område. For at kunne vurdere, om ConWx data kan benyttes til at langtidskorrigerer de to års mesoscale data, er der lavet en korrelationsanalyse mellem mesoscale data og EMD ConWx data. I Tabel 6.1 ses det at der er en god lineær korrelation for alle områderne, og det er derfor vurderet at EMD ConWx data kan benyttes til langtidskorrektion.

Tabel 6.1: Lineær korrelationsfaktor, R^2 , på månedligt gennemsnit

Område	R^2 (månedlig gennemsnit)
Nordsøen	0,97
Jammerbugten	0,95
Hesselø	0,98
Kriegers Flak	0,98

Langtidskorrektionen for hvert af de fire områder for de to års mesoscale data ift. en 20 års periode er vist i Tabel 6.2.

⁶ http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=EMD-ConWx_Meso_Data_Europe

Tabel 6.2: Langtidskorrektion af vindhastigheden for hvert af de fire områder

Område	Langtids korrektion [%]
Nordsøen	- 2,1
Jammerbugten	- 1,3
Hesselø	- 1,0
Kriegers Flak	0,0

Baseret på forholdet mellem vind og produktion, P/V, omregnes langtidskorrektionen på vinden til en langtidskorrektion på produktionen. Resultatet ses i Tabel 6.3

Tabel 6.3: Langtidskorrektion af produktionen for hvert af de fire områder

Område	P/V	Langtidskorrektion [%]
Nordsøen	1,03	- 2,2
Jammerbugten	1,13	- 1,5
Hesselø	1,25	- 1,3
Kriegers Flak	1,22	0,0

6.3 Tab

Følgende tab, udover skyggetab og beregnede elektriske tab, er medregnet i produktionsestimerne for hvert af de foreslåede vindmøllelayouts i hver af de fire områder:

- > Rådighedstab for vindmølleparken: 4,0%
- > Møllens eget forbrug: 1,2 %
- > Effektkurvetab: 1,0 %
- > **Samlet tab: 6,1 %**

6.4 Produktionsestimer

I Tabel 6.4 ses bruttoproduktion, skyggetab, parkproduktion (efter skyggetab er fratrukket), tab og korrektioner samt nettoproduktionen for hvert af de foreslåede møllelayouts i de fire områder. Det skal bemærkes at Kriegers Flak 2 ikke

kan sammenlignes direkte med de andre, da Kriegers Flak 2 kun består af 30 vindmøller med en samlet installeret effekt på 240 MW.

Tabel 6.4: Produktionsestimater for alle de foreslåede vindmøllelayouts

Park	Brutto produktion [GWh/y]	Skygge tab [%]	Park Produktion [GWh/y]	Tab & LT korrektion [%]	Netto produktion [GWh/y]
Nordsøen 1	4238,0	5,8	3993,6	-8,1	3668,2
Nordsøen Nord	4264,1	6,0	4008,4	-8,1	3681,8
Nordsøen Nord 2	4251,6	6,4	3980,5	-8,1	3656,2
Nordsøen 4	4258,8	5,6	4021,8	-8,1	3694,1
Nordsøen Syd	4246,1	6,1	3987,9	-8,1	3663,0
Jammerbugten 1	4004,5	6,7	3737,0	-7,5	3457,1
Jammerbugten 2	4001,0	5,0	3799,4	-7,5	3514,8
Hesselø 1	3941,1	6,9	3669,2	-7,3	3401,3
Hesselø 2	3935,5	5,3	3727,1	-7,3	3455,0
Kriegers Flak 1	4040,7	6,1	3794,5	-6,1	3563,7
Kriegers Flak 2	1205,7	3,5	1163,7	-6,1	1093,0

Bilag A Beskrivelse af StormGeos vindmodellering

StormGeo has been running nested, limited area numerical weather prediction (NWP) models for real-time weather prediction since early 2003.

The main tool is the Weather and Research Forecasting (WRF) model. This is a state-of-the-art community model which is being maintained by the National Centers for Atmospheric Research (NCAR) in the U.S., one of the leading meteorology research institutions worldwide. StormGeo uses twice-daily global forecasts from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) as initial and boundary forcing for our operational forecasts. The resolution of the ECMWF forecasts is currently one-eighth of a degree, which corresponds to about 16 km. These forecasts allow running the model in nested domains with horizontal resolutions of 6 and 2, or 9, 3 and 1 km. However, for long hindcasts, one runs into problems with using the ECMWF forecasts as forcing. This is because the horizontal resolution has changed rather frequently; for instance, it changed from 25 km to 16 km early in 2010, and from 40 km to 25 km in 2006. In addition there have been many changes to the assimilation system and the wave models. These historical changes mean that the long-term ECMWF forecast data set is not consistent. It has therefore been common to use consistent data sets such as the ECMWF ERA-40 reanalysis, or the NCEP/NCAR reanalysis, which are available for the periods 1958–2002 and 1948 to present, respectively, as forcing for long-term high-resolution hindcasts. But after the introduction of the high-resolution ECMWF ERA-Interim reanalysis⁷, in 2009, the Era-Interim has become the de facto standard data set used for initialization and boundary forcing.

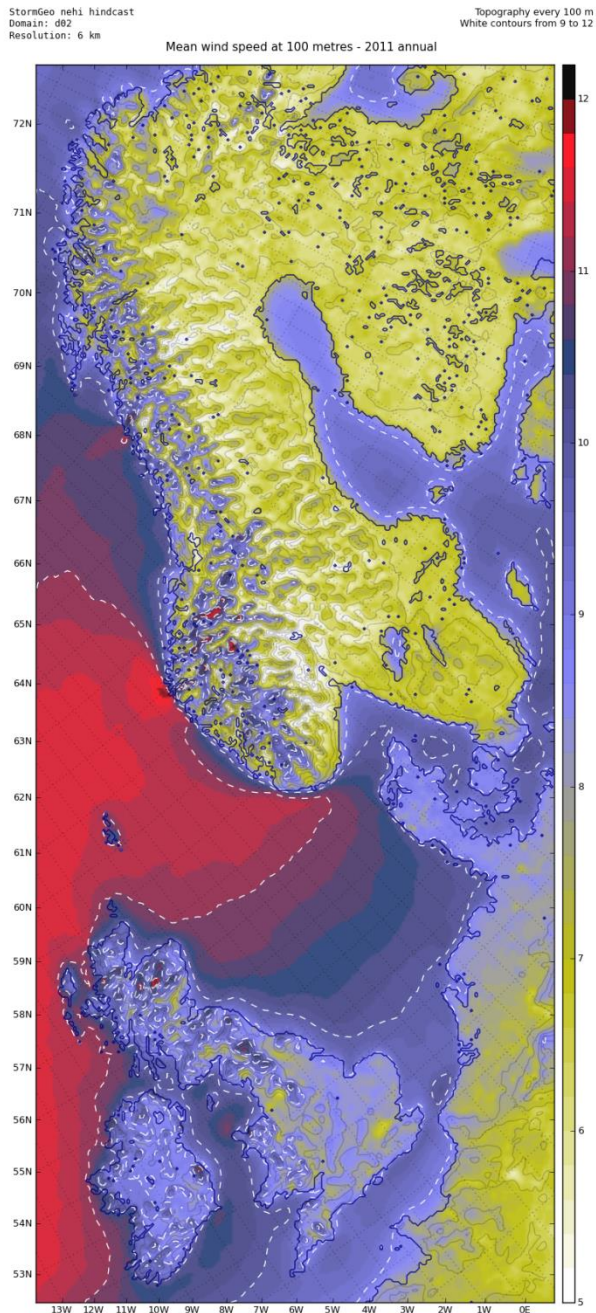
The main attractions of ERA-Interim are:

- > the high quality of the forecast model used,
- > the high horizontal resolution (80 km) relative to ERA-40 and the NCEP/NCAR reanalysis (both 125 km),
- > the use of 4D-Var assimilation (which means that the data assimilation is consistent with the preceding forecasts),
- > the use of a two-way coupling between ocean waves and the atmosphere,
- > the long time period covered (1979–present),
- > and – with reference to the above discussion regarding consistency – the main attraction with relevance for hindcasts, is that the ERA-Interim data

⁷ D. P. Dee et al. (2011): The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 656, p. 553–597.

set is consistent in time (because the same model system was used for the whole analysis period).

A horizontal grid resolution of 16 km, which is the current resolution of the ECMWF operational forecasts, enables the model to resolve weather patterns with a length scale of about 100 kilometers. Similarly, a resolution of 80 km (the resolution of ERA-Interim) allows the model to resolve features with length scales of about 500 km. This is clearly not sufficient to resolve localized sub-scale features such as sea breeze or topographic effects. A very important part of a historical assessment of winds is therefore to use high-resolution NWP models to *downscale*, i.e. increase the horizontal resolution, of the reanalysis. At StormGeo WRF is used to provide hindcasts with significantly higher resolution than the ERA-Interim. As an example of the hindcasts, the figure below shows the mean 100-meter wind speed for 2011 from the 33-year, 6 km high-resolution hindcast for North-West Europe, also known as NEHI.



The NEHI domain covers all of Norway, Sweden, Finland, Denmark, as well as the British Isles and parts of continental Europe. The horizontal resolution of the hindcast is 6 km, and the vertical resolution in the lower atmosphere is roughly 40 metres, starting at 20 metres above the surface. Winds at other heights can be readily obtained by means of vertical interpolation. Ten-metre winds are derived in order to comply with observations. The period covered by the hindcast is from January 1979 to November 2012, and in addition to that operational forecasts are produced twice daily to keep the hindcast up to date.

StormGeo's long experience with using high-resolution NWP models, and the frequent validation of operational model runs, has led StormGeo to implement a wide range of improvements with respect to the default WRF model setup.

Bilag B Vestas V164 8 MW Effektkurve

Vindhastighed	Effekt
[m/s]	[kW]
1.0	0.0
2.0	0.0
3.0	0.0
4.0	196.4
5.0	587.5
6.0	1148.2
7.0	1910.5
8.0	2929.0
9.0	4222.1
10.0	5756.9
11.0	7211.1
12.0	7893.3
13.0	7997.2
14.0	8000.0
15.0	8000.0
16.0	8000.0
17.0	8000.0
18.0	8000.0
19.0	8000.0
20.0	8000.0
21.0	8000.0
22.0	8000.0
23.0	8000.0
24.0	8000.0
25.0	8000.0

Bilag C Vindmøllepark layouts

C.1 Nordsøen Layouts

Tabel 6.5: Nordsøen layout 1 koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	397058	6218141	51	405198	6212191
2	398944	6218703	52	407083	6212757
3	400830	6219266	53	408968	6213323
4	402715	6219829	54	410852	6213890
5	404601	6220394	55	412737	6214459
6	406486	6220959	56	407438	6211665
7	397413	6217049	57	409323	6212232
8	399299	6217611	58	411207	6212800
9	401184	6218174	59	413091	6213368
10	403070	6218738	60	409677	6211141
11	404955	6219303	61	411562	6211709
12	406840	6219868	62	413446	6212277
13	408725	6220434	63	410032	6210050
14	397768	6215957	64	411916	6210618
15	399654	6216520	65	413800	6211187
16	401539	6217083	66	408502	6208392
17	403425	6217647	67	410386	6208959
18	405310	6218212	68	412271	6209527
19	407195	6218777	69	414155	6210096
20	409080	6219344	70	408857	6207301
21	410964	6219911	71	410741	6207868
22	398123	6214865	72	412625	6208437
23	400008	6215428	73	414509	6209006
24	401894	6215992	74	409211	6206210
25	403779	6216556	75	411096	6206777
26	405665	6217121	76	412980	6207346
27	407550	6217686	77	414864	6207915
28	409434	6218253	78	409566	6205119
29	411319	6218820	79	411450	6205687
30	398477	6213774	80	413334	6206255
31	400363	6214336	81	415218	6206824
32	402249	6214900	82	409921	6204028
33	404134	6215464	83	411805	6204596
34	406019	6216030	84	413689	6205164
35	407904	6216595	85	415573	6205734
36	409789	6217162	86	410275	6202937
37	411673	6217729	87	412160	6203505
38	400718	6213245	88	414044	6204074
39	402604	6213809	89	415927	6204643
40	404489	6214373	90	410630	6201845
41	406374	6214939	91	412514	6202414
42	408259	6215505	92	414398	6202983
43	410143	6216072	93	412827	6220503
44	412028	6216639	94	413182	6219411
45	402958	6212717	95	413537	6218319
46	404844	6213282	96	413892	6217228
47	406729	6213848	97	416034	6210726
48	408613	6214414	98	416389	6209634
49	410498	6214981	99	416744	6208542
50	412382	6215549	100	417099	6207450

Tabel 6.6: Nordsøen layout Nord koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	408873	6244487	51	412838	6242298
2	409515	6245253	52	413468	6243075
3	410158	6246020	53	414097	6243852
4	410800	6246786	54	414727	6244629
5	411443	6247553	55	415356	6245406
6	412085	6248319	56	415985	6246183
7	412727	6249086	57	416615	6246960
8	413369	6249852	58	417244	6247738
9	414012	6250619	59	417873	6248515
10	414654	6251385	60	418502	6249292
11	415296	6252152	61	419131	6250069
12	415938	6252919	62	419760	6250847
13	416580	6253685	63	420389	6251624
14	417222	6254452	64	421018	6252402
15	417864	6255219	65	421647	6253179
16	418506	6255986	66	422276	6253957
17	419147	6256752	67	422905	6254734
18	419789	6257519	68	423534	6255512
19	420431	6258286	69	424163	6256289
20	421073	6259053	70	415205	6241147
21	421714	6259820	71	415801	6241951
22	422356	6260587	72	416396	6242754
23	422997	6261354	73	416992	6243557
24	423639	6262121	74	417587	6244361
25	424280	6262888	75	418183	6245164
26	424922	6263656	76	418778	6245968
27	425563	6264423	77	419373	6246771
28	410883	6243431	78	419969	6247575
29	411520	6244202	79	420564	6248378
30	412157	6244973	80	421159	6249182
31	412794	6245744	81	421754	6249985
32	413431	6246515	82	422350	6250789
33	414068	6247286	83	422945	6251592
34	414705	6248056	84	423540	6252396
35	415342	6248827	85	417551	6239983
36	415979	6249598	86	418103	6240817
37	416616	6250370	87	418655	6241651
38	417252	6251141	88	419207	6242485
39	417889	6251912	89	419759	6243319
40	418526	6252683	90	420311	6244153
41	419162	6253454	91	420863	6244987
42	419799	6254225	92	421414	6245821
43	420435	6254997	93	421966	6246655
44	421072	6255768	94	422518	6247489
45	421708	6256539	95	423069	6248323
46	422345	6257310	96	420523	6238490
47	422981	6258082	97	420790	6239454
48	423617	6258853	98	421057	6240418
49	424254	6259625	99	421323	6241382
50	424890	6260396	100	421590	6242346

Tabel 6.7: Nordsøen layout Nord 2 koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	399945	6230268	51	409933	6227375
2	399969	6231268	52	409954	6228375
3	399992	6232268	53	409975	6229374
4	400016	6233268	54	409996	6230374
5	401917	6229152	55	410017	6231374
6	401940	6230151	56	410038	6232374
7	401963	6231151	57	410059	6233374
8	401986	6232151	58	410080	6234373
9	402009	6233151	59	410101	6235373
10	402032	6234150	60	410123	6236373
11	402055	6235150	61	411941	6226174
12	402078	6236150	62	411962	6227173
13	403902	6228065	63	411982	6228173
14	403924	6229064	64	412003	6229173
15	403947	6230064	65	412023	6230173
16	403969	6231064	66	412044	6231173
17	403992	6232064	67	412064	6232172
18	404014	6233063	68	412085	6233172
19	404037	6234063	69	412106	6234172
20	404059	6235063	70	412126	6235172
21	404081	6236063	71	413970	6225986
22	404104	6237062	72	413991	6226986
23	404126	6238062	73	414011	6227985
24	404149	6239062	74	414031	6228985
25	405893	6226954	75	414051	6229985
26	405915	6227954	76	414071	6230985
27	405937	6228953	77	414091	6231985
28	405959	6229953	78	414111	6232984
29	405981	6230953	79	414131	6233984
30	406003	6231953	80	415944	6225544
31	406025	6232952	81	415964	6226544
32	406047	6233952	82	415983	6227543
33	406069	6234952	83	416003	6228543
34	406091	6235952	84	416022	6229543
35	406113	6236952	85	416042	6230543
36	406135	6237951	86	416062	6231543
37	406157	6238951	87	416081	6232543
38	407900	6226563	88	416093	6233475
39	407921	6227562	89	419970	6227339
40	407943	6228562	90	417968	6226848
41	407965	6229562	91	417987	6227848
42	407986	6230562	92	418007	6228848
43	408008	6231561	93	418026	6229847
44	408029	6232561	94	418045	6230847
45	408051	6233561	95	418064	6231847
46	408072	6234561	96	419987	6230285
47	408094	6235560	97	419995	6231317
48	408115	6236560	98	417965	6225813
49	408137	6237560	99	419983	6229339
50	409912	6226375	100	419973	6228361

Tabel 6.8: Nordsøen layout 4 koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	417793	6228209	51	419061	6242348
2	417564	6229334	52	418831	6243472
3	417335	6230459	53	418601	6244597
4	417106	6231584	54	418371	6245722
5	416877	6232708	55	418141	6246847
6	416648	6233833	56	417911	6247971
7	416419	6234958	57	417681	6249096
8	416190	6236083	58	417451	6250221
9	415960	6237208	59	417221	6251345
10	415731	6238333	60	416991	6252470
11	415502	6239458	61	423144	6232546
12	415273	6240583	62	422914	6233671
13	415044	6241708	63	422683	6234795
14	414815	6242833	64	422453	6235920
15	414586	6243958	65	422222	6237044
16	414357	6245083	66	421992	6238169
17	414128	6246208	67	421761	6239294
18	413899	6247333	68	421531	6240418
19	413670	6248457	69	421301	6241543
20	413442	6249582	70	421070	6242668
21	419577	6229655	71	420840	6243792
22	419347	6230779	72	420609	6244917
23	419118	6231904	73	420379	6246042
24	418888	6233029	74	420149	6247166
25	418659	6234154	75	419918	6248291
26	418429	6235279	76	419688	6249416
27	418200	6236403	77	419457	6250540
28	417970	6237528	78	419227	6251665
29	417741	6238653	79	418997	6252789
30	417511	6239778	80	418766	6253914
31	417282	6240903	81	424928	6233992
32	417052	6242028	82	424697	6235116
33	416823	6243152	83	424466	6236241
34	416593	6244277	84	424235	6237365
35	416364	6245402	85	424004	6238490
36	416134	6246527	86	423773	6239614
37	415905	6247652	87	423542	6240739
38	415675	6248777	88	423311	6241863
39	415446	6249901	89	423081	6242988
40	415216	6251026	90	422850	6244113
41	421360	6231100	91	422619	6245237
42	421130	6232225	92	422388	6246362
43	420900	6233350	93	422157	6247486
44	420670	6234474	94	421926	6248611
45	420440	6235599	95	421695	6249735
46	420210	6236724	96	421465	6250860
47	419980	6237849	97	421234	6251984
48	419750	6238973	98	421003	6253109
49	419521	6240098	99	420772	6254234
50	419291	6241223	100	420541	6255358

Table 6.9: Nordsøen layout Syd koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	390476	6198588	51	391676	6212110
2	390264	6199565	52	391464	6213087
3	390053	6200542	53	391251	6214065
4	389841	6201520	54	391039	6215042
5	389630	6202497	55	397332	6195478
6	389418	6203475	56	397119	6196455
7	389206	6204452	57	396906	6197432
8	388995	6205429	58	396692	6198409
9	388783	6206407	59	396479	6199386
10	388571	6207384	60	396266	6200363
11	388360	6208361	61	396053	6201340
12	388148	6209339	62	395839	6202317
13	387937	6210316	63	395626	6203294
14	387725	6211293	64	395413	6204271
15	387513	6212271	65	395200	6205248
16	387302	6213248	66	394987	6206225
17	392664	6198091	67	394774	6207202
18	392451	6199068	68	394560	6208179
19	392239	6200045	69	394347	6209156
20	392027	6201022	70	401705	6194373
21	391815	6202000	71	401491	6195350
22	391603	6202977	72	401277	6196327
23	391391	6203954	73	401062	6197303
24	391179	6204931	74	400848	6198280
25	390966	6205909	75	400634	6199257
26	390754	6206886	76	400420	6200234
27	390542	6207863	77	400206	6201211
28	390330	6208840	78	399991	6202187
29	390118	6209818	79	399777	6203164
30	389906	6210795	80	403822	6194045
31	389694	6211772	81	403607	6195022
32	389482	6212749	82	403392	6195998
33	389270	6213727	83	403177	6196975
34	389058	6214704	84	402963	6197952
35	388846	6215681	85	392889	6197124
36	394866	6197453	86	399552	6194861
37	394653	6198430	87	402382	6200894
38	394440	6199407	88	395108	6196362
39	394228	6200385	89	399322	6195869
40	394015	6201362	90	399108	6196846
41	393802	6202339	91	398894	6197823
42	393590	6203316	92	398681	6198800
43	393377	6204293	93	398467	6199776
44	393165	6205270	94	398253	6200753
45	392952	6206247	95	398040	6201730
46	392739	6207225	96	397826	6202707
47	392527	6208202	97	397612	6203684
48	392314	6209179	98	397399	6204661
49	392102	6210156	99	402561	6199948
50	391889	6211133	100	402766	6198980

C.2 Jammerbugten Layouts

Tabel 6.10: Jammerbugten layout 1 koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	513363	6364320	51	503063	6354779
2	514612	6365158	52	504315	6355629
3	515857	6365995	53	505566	6356458
4	517108	6366825	54	506815	6357297
5	518356	6367672	55	508072	6358116
6	519604	6368512	56	509324	6358951
7	520865	6369353	57	510576	6359794
8	522112	6370187	58	511824	6360634
9	523359	6371015	59	504927	6354703
10	524603	6371866	60	506183	6355535
11	515222	6364247	61	507428	6356379
12	516471	6365079	62	508684	6357213
13	517717	6365921	63	509940	6358043
14	518970	6366763	64	511185	6358892
15	520215	6367610	65	512434	6359722
16	521473	6368446	66	513688	6360567
17	522715	6369289	67	506781	6354629
18	523971	6370120	68	508038	6355471
19	525215	6370959	69	509305	6356298
20	517089	6364170	70	510540	6357134
21	518330	6365007	71	511816	6357983
22	519584	6365848	72	513050	6358817
23	520837	6366687	73	514296	6359658
24	522088	6367520	74	515553	6360506
25	523339	6368374	75	517045	6361494
26	524581	6369203	76	518291	6362337
27	525837	6370048	77	519552	6363172
28	517697	6363256	78	520794	6364032
29	518946	6364087	79	522058	6364876
30	520200	6364931	80	523313	6365710
31	521434	6365783	81	521432	6363111
32	522701	6366620	82	522685	6363965
33	523950	6367472	83	525847	6372709
34	525208	6368304	84	526462	6371803
35	499326	6354960	85	514277	6357008
36	500578	6355788	86	515528	6357834
37	501829	6356617	87	516781	6358689
38	503080	6357445	88	518269	6359678
39	504336	6358279	89	519514	6360507
40	505582	6359103	90	520769	6361356
41	506832	6359933	91	508659	6354543
42	508083	6360762	92	509912	6355392
43	501179	6354862	93	511170	6356231
44	502435	6355705	94	512419	6357074
45	503698	6356538	95	513666	6357904
46	504946	6357365	96	514912	6358739
47	506202	6358198	97	516173	6359593
48	507450	6359016	98	517653	6360585
49	508733	6359852	99	518907	6361418
50	509963	6360703	100	520157	6362263

Tabel 6.11: Jammerbugten layout 2 koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	516323	6360777	51	509673	6356558
2	513683	6364686	52	509052	6357523
3	511961	6356645	53	508431	6358489
4	513622	6357698	54	507810	6359455
5	515283	6358750	55	507189	6360420
6	516944	6359802	56	517856	6361970
7	518605	6360855	57	517221	6362926
8	520266	6361907	58	516586	6363883
9	521927	6362960	59	515952	6364839
10	523588	6364012	60	515317	6365796
11	525249	6365065	61	519500	6363048
12	514665	6359727	62	518865	6364004
13	514044	6360692	63	518230	6364961
14	512998	6358678	64	517595	6365917
15	512377	6359644	65	516959	6366873
16	511756	6360610	66	521145	6364127
17	511336	6357616	67	520509	6365082
18	510715	6358581	68	519873	6366038
19	510094	6359547	69	519238	6366994
20	509474	6360512	70	518602	6367950
21	499727	6350211	71	522789	6365205
22	499109	6351178	72	522153	6366161
23	498490	6352145	73	521517	6367116
24	497871	6353113	74	520881	6368072
25	497253	6354080	75	520245	6369028
26	501385	6351269	76	524433	6366283
27	500766	6352236	77	523797	6367239
28	500147	6353203	78	523160	6368194
29	499528	6354170	79	522524	6369150
30	498909	6355136	80	521888	6370105
31	503042	6352327	81	526078	6367362
32	502423	6353293	82	525441	6368317
33	501804	6354260	83	524804	6369272
34	501184	6355227	84	524167	6370227
35	500565	6356193	85	523530	6371182
36	504700	6353385	86	527722	6368440
37	504080	6354351	87	527085	6369395
38	503460	6355317	88	526447	6370350
39	502841	6356284	89	525810	6371305
40	502221	6357250	90	525173	6372260
41	506358	6354442	91	529366	6369518
42	505737	6355408	92	528729	6370473
43	505117	6356375	93	528091	6371428
44	504497	6357341	94	527453	6372382
45	503877	6358307	95	526816	6373337
46	508015	6355500	96	531010	6370597
47	507395	6356466	97	530372	6371551
48	506774	6357432	98	529734	6372506
49	506154	6358398	99	529097	6373460
50	505533	6359364	100	528459	6374414

C.3 Hesselø Layouts

Tabel 6.12: Hesselø layout 1 koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	667452	6237572	51	673407	6246973
2	665894	6237518	52	671850	6246917
3	664337	6237465	53	670293	6246861
4	662780	6237412	54	668736	6246806
5	667417	6238719	55	667178	6246751
6	665860	6238665	56	665621	6246697
7	664303	6238612	57	660950	6246539
8	662746	6238559	58	659393	6246487
9	667383	6239867	59	671781	6249211
10	665826	6239813	60	670224	6249156
11	664269	6239759	61	668667	6249100
12	658041	6239552	62	667110	6249046
13	656483	6239501	63	665553	6248992
14	667349	6241014	64	662439	6248886
15	665792	6240960	65	660882	6248833
16	664235	6240907	66	659325	6248781
17	659564	6240750	67	671747	6250359
18	658006	6240699	68	670190	6250303
19	656449	6240649	69	668633	6250248
20	667315	6242162	70	667076	6250193
21	665758	6242108	71	665519	6250139
22	664201	6242054	72	662405	6250033
23	661087	6241949	73	660848	6249981
24	659529	6241897	74	671713	6251506
25	657972	6241846	75	670156	6251450
26	656415	6241796	76	668599	6251395
27	667281	6243309	77	667042	6251341
28	665724	6243255	78	660814	6251128
29	664167	6243202	79	670122	6252598
30	661052	6243097	80	668565	6252543
31	659495	6243045	81	667008	6252488
32	657938	6242994	82	670088	6253745
33	656381	6242943	83	668531	6253690
34	667247	6244456	84	666974	6253635
35	665690	6244402	85	670054	6254893
36	664133	6244349	86	668497	6254838
37	661018	6244244	87	666940	6254783
38	659461	6244192	88	670020	6256040
39	657904	6244141	89	668462	6255985
40	674998	6245882	90	666905	6255930
41	673441	6245825	91	673372	6248120
42	671884	6245769	92	671815	6248064
43	670327	6245713	93	670258	6248008
44	668770	6245658	94	668701	6247953
45	667213	6245604	95	667144	6247898
46	665656	6245550	96	665587	6247844
47	660984	6245391	97	671647	6252646
48	659427	6245339	98	662473	6247738
49	657870	6245288	99	660916	6247686
50	674964	6247030	100	659359	6247634

Tabel 6.13: Hesselø layout 2 koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	662840	6237800	51	670233	6250575
2	661100	6238718	52	668491	6251490
3	659359	6239636	53	666748	6252405
4	657619	6240556	54	665007	6253321
5	655879	6241475	55	663265	6254237
6	663580	6239077	56	670972	6251852
7	661839	6239995	57	669230	6252767
8	660098	6240913	58	667487	6253682
9	658358	6241832	59	665745	6254598
10	656618	6242752	60	664003	6255514
11	664319	6240355	61	671711	6253130
12	662578	6241272	62	669969	6254044
13	660837	6242190	63	668226	6254959
14	659097	6243109	64	666484	6255874
15	657356	6244028	65	664742	6256790
16	665058	6241632	66	672451	6254408
17	663317	6242549	67	670708	6255321
18	661576	6243467	68	668965	6256236
19	659835	6244385	69	667223	6257151
20	658095	6245304	70	665481	6258066
21	665797	6242910	71	673190	6255685
22	664056	6243827	72	671447	6256599
23	662315	6244744	73	669704	6257513
24	660574	6245662	74	667961	6258427
25	658834	6246580	75	666219	6259342
26	666537	6244187	76	673929	6256963
27	664795	6245104	77	672186	6257876
28	663054	6246021	78	670443	6258790
29	661313	6246938	79	668700	6259704
30	659572	6247856	80	666958	6260618
31	667276	6245465	81	674668	6258240
32	665534	6246381	82	672925	6259153
33	663793	6247298	83	671182	6260066
34	662052	6248215	84	669439	6260980
35	660311	6249133	85	667696	6261895
36	668015	6246742	86	675408	6259518
37	666273	6247658	87	673664	6260430
38	664532	6248575	88	671921	6261343
39	662790	6249491	89	670178	6262257
40	661049	6250409	90	668435	6263171
41	668754	6248020	91	676147	6260795
42	667012	6248935	92	674403	6261707
43	665271	6249851	93	672660	6262620
44	663529	6250768	94	670916	6263533
45	661788	6251685	95	669173	6264447
46	669494	6249297	96	676886	6262073
47	667751	6250213	97	675142	6262985
48	666009	6251128	98	673398	6263897
49	664268	6252045	99	671655	6264810
50	662526	6252961	100	669912	6265723

C.4 Kriegers Flak Layouts

Tabel 6.14: Kriegers Flak layout 1 koordinater

Mølle nr.	X	Y	Mølle nr.	X	Y
1	740126	6084686	51	735005	6121012
2	739715	6085670	52	734594	6121995
3	739303	6086654	53	734182	6122979
4	741544	6085333	54	750053	6089210
5	741133	6086316	55	749640	6090193
6	740721	6087300	56	749226	6091176
7	740309	6088284	57	748812	6092159
8	742963	6085979	58	739294	6114767
9	742550	6086962	59	738883	6115751
10	742138	6087946	60	738471	6116735
11	741726	6088930	61	738059	6117718
12	741314	6089913	62	737647	6118702
13	744381	6086625	63	737235	6119686
14	743968	6087608	64	736823	6120669
15	743556	6088592	65	736412	6121653
16	743143	6089575	66	736000	6122637
17	742731	6090559	67	735588	6123621
18	742318	6091542	68	735176	6124604
19	745799	6087271	69	734764	6125588
20	745386	6088254	70	734352	6126572
21	744973	6089238	71	733941	6127556
22	744560	6090221	72	751472	6089856
23	744148	6091205	73	751058	6090839
24	743735	6092188	74	750643	6091822
25	735891	6110871	75	740704	6115410
26	735480	6111855	76	740292	6116394
27	747217	6087917	77	739880	6117377
28	746804	6088900	78	739468	6118361
29	746391	6089884	79	739055	6119345
30	745978	6090867	80	738643	6120328
31	745565	6091850	81	738231	6121312
32	737301	6111515	82	737819	6122295
33	736890	6112499	83	737407	6123279
34	736479	6113482	84	736995	6124263
35	736067	6114466	85	752890	6090502
36	735656	6115450	86	752476	6091485
37	735245	6116434	87	752061	6092468
38	734833	6117418	88	741699	6117036
39	748635	6088563	89	741287	6118019
40	748222	6089547	90	740875	6119003
41	747808	6090530	91	740462	6119986
42	747395	6091513	92	740050	6120970
43	738298	6113141	93	754308	6091148
44	737887	6114125	94	753893	6092131
45	737475	6115109	95	753479	6093114
46	737063	6116092	96	742694	6118661
47	736652	6117076	97	755726	6091795
48	736240	6118060	98	755311	6092777
49	735829	6119044	99	757145	6092441
50	735417	6120028	100	756729	6093423

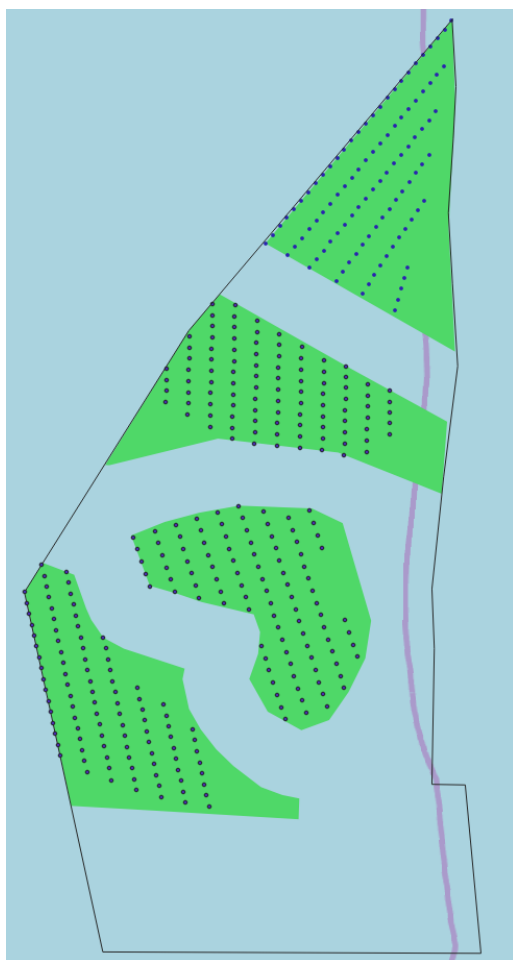
Table 6.15: Kriegers Flak layout 2 koordinater

Mølle nr.	X	Y
1	736436	6110899
2	735978	6112129
3	735521	6113360
4	735064	6114590
5	737771	6112910
6	737313	6114140
7	736856	6115370
8	736398	6116600
9	735940	6117831
10	735482	6119061
11	735024	6120291
12	734566	6121521
13	739106	6114921
14	738647	6116151
15	738189	6117381
16	737731	6118611
17	737273	6119841
18	736814	6121071
19	736356	6122301
20	735898	6123531
21	735440	6124760
22	734981	6125990
23	734523	6127220
24	740900	6115702
25	740441	6116932
26	739982	6118162
27	739524	6119391
28	739065	6120621
29	738606	6121851
30	738147	6123081

Bilag D Bruttoområder

D.1 Nordsøen

I Figur 6.1 og Figur 6.2 vises bruttoområderne for hver af de fire potentielle vindmøllepark layouts. I Tabel 6.16 og Tabel 6.17 vises koordinaterne for de fire bruttoområder.



Figur 6.1: Nordsøen layouts inkl. bruttoområde



Figur 6.2: Nordsøen layout 4 inkl. bruttoområde

Tabel 6.16: Koordinater for bruttoområder på Nordsøen 1 og Nordsøen Nord

Nordsøen 1		Nordsøen Nord	
X	Y	X	Y
417645	6209883	425877	6257090
417176	6207454	425254	6247159
416337	6204299	425966	6234929
414572	6201766	408873	6244487
412083	6200857	420278	6258100
409063	6202529	425600	6264530
407443	6205439		
408178	6207716		
408425	6209659		
407876	6211209		
402835	6212448		
400708	6213180		
398473	6213768		
396847	6218324		
399849	6219516		
402739	6220302		
406454	6220973		
413034	6220729		
414586	6219709		

Tabel 6.17: Koordinater for bruttoområder på Nordsøen Nord 2 og Nordsøen Syd

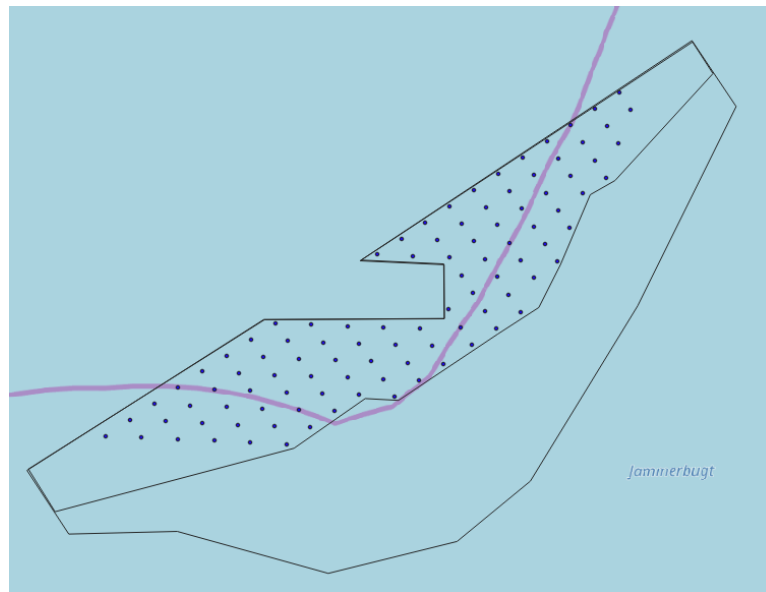
Nordsøen Nord 2		Nordsøen Syd	
X	Y	X	Y
404814	6239896	388943	6215849
425116	6228510	391730	6214783
424661	6222050	393268	6210740
415398	6225740	394361	6209140
404782	6226703	401632	6206380
394889	6224610	401445	6205440
394521	6224633	402027	6202760
402046	6236669	403074	6200930
		404455	6199150
		406009	6197640
		408475	6195760
		410381	6195050
		411907	6194740
		411840	6192880
		391467	6194080
		387308	6213249
		396187	6208160
		398834	6193660

Tabel 6.18: Koordinater for bruttoområdet på Nordsøen 4

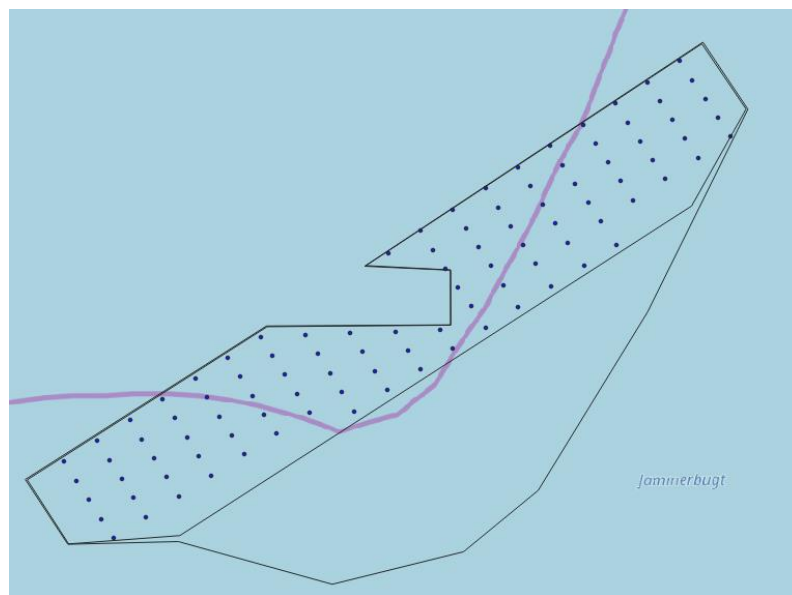
Nordsøen 4	
X	Y
412003	6248289
420617	6258282
425120	6233889
416772	6227401

D.2 Jammerbugten

I Figur 6.3 og Figur 6.4 vises bruttoområderne for hver af de fire potentielle vindmøllepark layouts. I Tabel 6.19 vises koordinaterne for de to bruttoområder.



Figur 6.3: Jammerbugten layout 1 inkl. bruttoområde



Figur 6.4: Jammerbugten layout 2 inkl. bruttoområde

Tabel 6.19: Koordinater for bruttoområder på Jammerbugten 1 og Jammerbugten 2

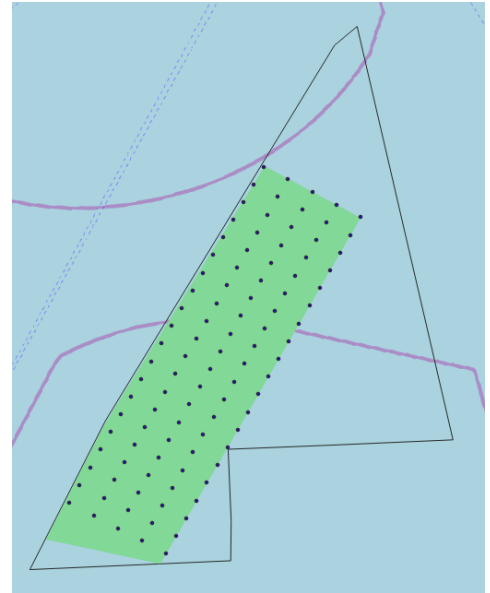
Jammerbugten 1		Jammerbugten 2	
X	Y	X	Y
519602	6360229	503103	6350326
514461	6356794	497468	6349903
512742	6356887	495369	6353159
509061	6354319	507532	6360934
496718	6351041	516839	6361011
495341	6353245	516835	6363812
507543	6360964	512545	6364034
507543	6360964	529568	6375296
516824	6361008	531811	6371981
516796	6363842	529048	6367058
512538	6364041		
529650	6375309		
530705	6373674		
525648	6368152		
525648	6368152		
524366	6367420		
522836	6363822		
521710	6361591		

D.3 Hesselø

I vises bruttoområderne for hver af de fire potentielle vindmøllepark layouts. I Tabel 6.19 vises koordinaterne for de to bruttoområder.



Figur 6.5: Hesselø layout 1 inkl. bruttoområde



Figur 6.6: Hesselø layout 2 inkl. bruttoområde

Tabel 6.20: Koordinater for bruttoområder på Hesselø 1 og Hesselø 2

Hesselø 1		Hesselø 2	
X	Y	X	Y
667370	6245340	669973	6265760
680069	6245860	676878	6262040
676943	6247650	662433	6237060
674440	6250430	654181	6238830
673686	6250820	658365	6247060
672952	6251820		
672318	6252920		
671088	6258000		
669604	6259190		
668308	6259530		
667673	6259110		
667187	6258120		
666975	6256990		
666702	6255530		
666663	6254240		
666384	6253120		
664722	6251730		
663497	6252010		
661683	6252840		
658623	6247570		
653156	6236820		
667449	6237270		
662573	6252430		
678382	6246970		
679310	6246420		

D.4 Kriegers Flak

I Tabel 6.19 vises koordinaterne for de to områder.

Tabel 6.21: Koordinater for områderne KF A og KF B

Kriegers Flak A		Kriegers Flak B	
X	Y	X	Y
733642	6128651	747708	6092153
741529	6119625	752206	6093049
743685	6118530	753625	6093897
735471	6109217	758656	6093034
		742030	6092458
		759344	6094126
		755444	6093546
		738862	6083833
		738733	6085518