

Universal Wind Offshore AB

## **VINDKRAFTSPARK STORA MIDDELGRUND**

**Teknisk beskrivning tillhörande ansökan om tillstånd enligt Lag om Sveriges ekonomiska zon att uppföra en havsbaserad vindkraftspark med tillhörande kablar, transformatorstationer m.m. och ansökan om tillstånd enligt Lag om Kontinentalsockeln att spola ner, plöja och/eller schakta för de kablar som förläggs i projektets del utanför Sveriges territoriala gräns**



**Malmö 2006-04-12**

## Innehåll

<b>1</b>	<b>ÖVERGRIPANDE SAMMANFATTNING</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND</b>	<b>14</b>
2.1	ALLMÄNT	14
2.2	UPPGIFTER OM SÖKANDE	16
2.3	GÄLLANDE BESLUT	16
<b>3</b>	<b>PARKEN</b>	<b>17</b>
3.1	LOKALISERING	17
3.2	KOORDINAT- OCH HÖJDSYSTEM	18
3.3	FÖRESLAGNA ANLÄGGNINGAR	18
3.4	LOKALA FÖRHÅLLANDEN, ÖVERSIKT	20
3.5	OMRÅDETS ANVÄNDNING	23
<b>4</b>	<b>GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>25</b>
4.1	TILLGÄNGLIG INFORMATION	25
4.2	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN, ALLMÄNT	25
4.3	GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR INFÖR BYGGSCHEDET	26
<b>5</b>	<b>GRUNDLÄGGNING</b>	<b>28</b>
5.1	ALLMÄNT	28
5.2	FUNDAMENT	28
5.3	DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	31
5.4	FÖRESLAGEN GRUNDLÄGGNING	32
5.5	TILLVERKNING	34
5.6	TRANSPORT	34
5.7	INSTALLATION AV FUNDAMENT OCH TORN	34
5.8	PÅVERKAN PÅ BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR	36
5.9	UNDERHÅLL	36
5.10	AVVECKLING	37
<b>6</b>	<b>TORN OCH TURBINER</b>	<b>38</b>
6.1	TORN	38
6.2	TURBINER	38
6.3	TRANSPORT AV TORN OCH TURBINER	39
6.4	INSTALLATION AV TORN OCH TURBINER	39
6.5	DRIFTDATA	39
<b>7</b>	<b>ETABLERING</b>	<b>40</b>
7.1	ETABLERING UNDER BYGGSCHEDET	40
7.2	ETABLERING UNDER DRIFTSKEDET	41
<b>8</b>	<b>ELANLÄGGNING</b>	<b>42</b>
8.1	ANSLUTNING TILL ELNÄTET	42
8.2	SYSTEMLÖSNING	42
8.3	KABLAR	43
8.4	TRANSFORMATORSTATIONER	47
8.5	HVDC ANLÄGGNING	48

<b>9</b>	<b>TRANSPORT OCH INSTALLATION AV KABLAR</b>	<b>50</b>
9.1	SJÖKABLAR	50
9.2	TRANSPORT AV KABLAR FÖR INSTALLATION	52
<b>10</b>	<b>SCHAKT OCH BORRNINGSARBETEN</b>	<b>53</b>
<b>11</b>	<b>LOKALA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>54</b>
11.1	HYDROGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN	54
11.2	BOTTENFÖRHÅLLANDEN	57
11.3	ARKEOLOGI	59
<b>12</b>	<b>PÅVERKAN</b>	<b>61</b>
12.1	PÅVERKAN PÅ LOKALA FÖRHÅLLANDEN	61
12.2	SEDIMENTSPILL UNDER BYGGTIDEN	62
12.3	ÖVRIG PÅVERKAN	64
<b>13</b>	<b>RISKANALYS</b>	<b>67</b>
13.1	ALLMÄNT	67
13.2	RISKANALYS STORA MIDDELGRUND	68
<b>14</b>	<b>AVVECKLING</b>	<b>69</b>
14.1	ALLMÄNT	69
14.2	ÅTERANVÄNDNING AV MATERIAL	69
14.3	KOSTNADER	69
<b>15</b>	<b>KONTROLLPROGRAM</b>	<b>71</b>
15.1	MILJÖ	71
15.2	RISKER FÖR KOLLISION	73
<b>16</b>	<b>BEMANNING</b>	<b>75</b>
16.1	BYGGSKEDET	75
16.2	DRIFTSKEDET	75
<b>17</b>	<b>TIDPLAN</b>	<b>76</b>
<b>18</b>	<b>KOSTNADER</b>	<b>78</b>

## Bilagor

- 1 Parkens läge och layout. Översikt
- 2 Vyer
  - 2.1 Avstånd från vindkraftsparken till land och till platser varifrån landskapsbild redovisas
  - 2.2 Landskapsbild, Falkenberg
  - 2.3 Landskapsbild, Hovs Hallar
  - 2.4 Landskapsbild, Kullen
  - 2.5 Landskapsbild, Mellbystrand
  - 2.6 Landskapsbild, Tylösand
- 3 Bottenmaterial
- 4 Märkning av vindkraftverken
- 5 Avlysningsområde under byggskedet
- 6 Föreslagen utformning av vindkraftsparken
- 7 Föreslagen kabeldragning
- 8 Transformatorstation, principutformning
- 9 Plattform med omriktarstation och två transformatorer, principutformning
- 10 Vattendjup vid parken
- 11 Provpunkter Marin Ytprovtagning
- 12 Preliminär tidplan
- 13 Kända skeppsvrak i anslutning till vindkraftsparken

## Förord

Universal Wind Offshore AB avser att uppföra en havsbaserad vindkraftspark vid Stora Middelgrund i Kattegatt, omkring 35 kilometer väster om Halmstad. Den föreslagna vindkraftsparken och dess landanslutning omfattar objekt och arbeten för vilka tillstånd enligt Lag om Kontinentalsockeln, Lag om Sveriges ekonomiska zon, Ellagen och tillstånd för vattenverksamhet enligt kapitel 11 Miljöbalken erfordras.

Föreliggande Teknisk Beskrivning avser de delar av projektet som kommer att förläggas till sjöss utanför territorialgränsen och omfattar såväl den föreslagna vindkraftsparken inkl. kablar som den del av högspänningsförbindelsen som förläggs mellan parken och territorialgränsen. Beskrivningen ligger till underlag för ansökan om tillstånd enligt Lag om Kontinentalsockeln och Lag om Sveriges ekonomiska zon.

Arbetet med beskrivningen har utförts av SWECO VBB, Malmö. Som sidokonsulter har följande företag medverkat:

Batymetrisk och geofysisk bottenundersökning, sedimentprovtagningar	Marin Mätteknik AB
Vattenströmningar, vågor isförhållanden, vattennivåer och sedimentspill	DHI, Danmark
Elektriska anläggningar	CLEPS AB
Miljöanalyser	Analytica AB
Bottenflora och fauna	Toxicon AB
Marinbiologi; fisk, fiske och marina däggdjur	Marine Monitoring AB
Fåglar	Leif Nilsson (Lunds Universitet)
Fladdermöss	Naturvårdskonsult Gerell

Utöver de kunskaper som tillfördes projektet genom egna rapporter bör det nämnas att projektet har tillgodoräknat sig den information och de synpunkter som framfördes under samrådsprocessen, den data och den information som gjorts tillgängliga av kommuner,

statliga verk, myndigheter och intresseorganisationer, erfarenhets-  
återföring från entreprenörer och konsulter för ett flertal havsbaserade  
vindkraftsparker nu i drift i Danmark och Storbritannien samt erfaren-  
het genom projektgruppens tidigare medverkan i havsbaserade  
vindkraftsprojekt aktuella i Sverige.




SWECO VBB  
Södra regionen

Upprättad

Granskad

Godkänd

  
Pavel Sensky

  
Bo S. Malmberg

  
Pernilla von Strokirch

  
Pavel Sensky

# 1 Övergripande sammanfattning

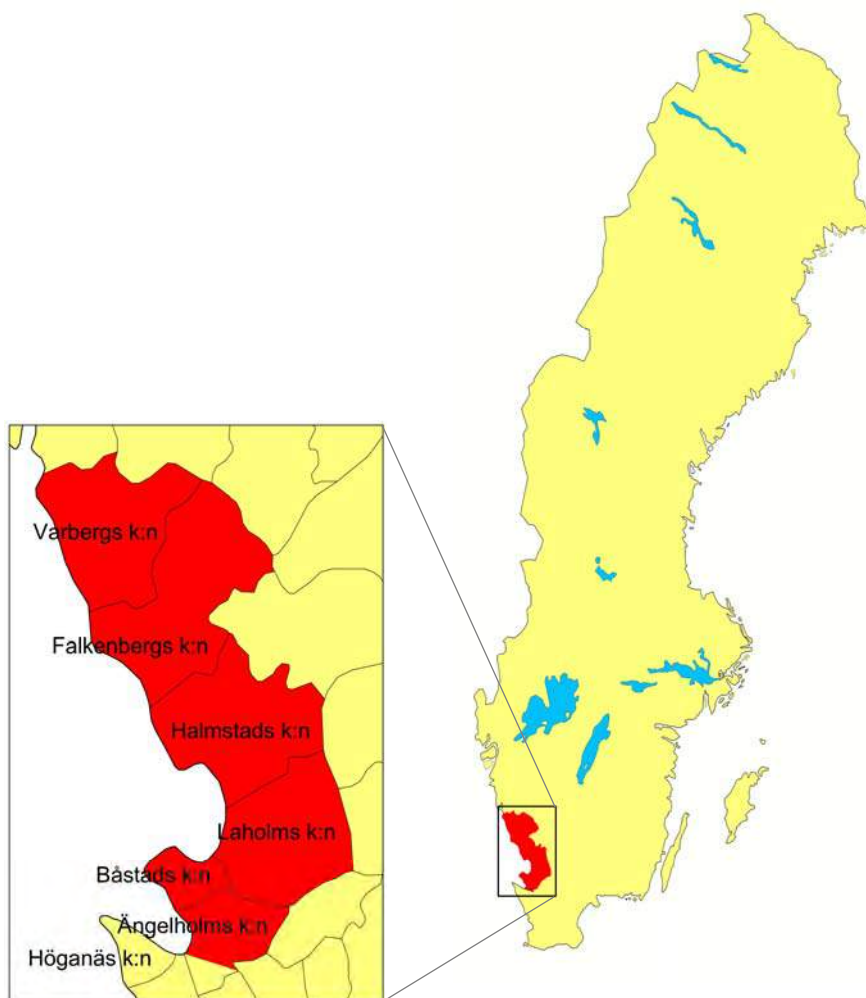
## Allmänt

Universal Wind Offshore AB avser att uppföra en havsbaserad vindkraftspark i anslutning till Stora Middelgrund inom svensk ekonomisk zon och utanför den svenska territorialgränsen. Parken ansluts sannolikt till det befintliga elnätet i Breared, strax öster om Oskarström. Se också [figur 1.1](#).



Figur 1.1 Översikt projekt vindkraftspark Stora Middelgrund

Parken kommer att omfatta 108 vindkraftverk med en sammanlagd effekt av max 864 MW vilket ger en årlig produktion upp till 3 TWh. 3 TWh motsvarar ca 90 % av elförbrukningen inom kustkommunerna från Ängelholm i söder till Varberg i norr, se [figur 1.2](#).



*Figur 1.2. Parkens produktion motsvarar ca 90 % av elförbrukningen inom kustkommunerna från Ängelholm i söder till Varberg i norr*

Universal Wind Offshore AB:s val av Stora Middelgrund för etablering av parken har föregåtts av en lokaliseringsutredning som bl.a. beaktade:

- bra vindläge
- tillräckligt stort område med begränsat vattendjup
- tillräckligt avstånd från kusten för att begränsa den visuella påverkan
- lugnt vågklimat
- eventuella konflikter med andra intressen

### Grundläggning

Vattendjupet i området, i snitt 25 m, och de geotekniska grundförhållandena medför att de anläggningar som utförs till havs, vindkraftverk och transformatorstationer m.m., kommer att grundläggas antingen på fundament typ monopile eller på tripoder. Grundläggningsdjup ner till drygt 30 m under havsbotten kan bli aktuella.

### Lokala förhållanden

#### *Bottenflora*

Utsjöbankarnas naturvärden har samband med vattendjupet så att grundare områden med tillräcklig ljusstillgång ger förutsättningar för en makroal flora som skiljer sig från de djupare omgivningarnas och ger skydd och näring åt många organismer. Alger på Stora Middelgrund förekommer ned till 26 m djup.

På Stora Middelgrund inom svensk ekonomisk zon (SEZ) noterades vid utsjöbanksinventeringarna år 2004 trettiosex arter makroalger. Välutvecklad algskog finns endast på ett fåtal platser.

#### *Fauna*

Bottnarna vid Stora Middelgrund vindkraftspark är friska och artrika eftersom vattenomsättningen är god och påverkan från land liten. Bottenfaunan utgörs av ryggradslösa djur, bland annat kräftdjur och musslor, vilka lever i sand- och lerbottnarna. Området innehåller flera olika bottensubstrat vilket ökar antalet livsmiljöer och därmed antalet djurarter i relation till omgivande vatten med mer homogena lerbottnar. Utsjöbanksinventeringarna har resulterat i fynd av flera rödlistade

evertebrater. Förekomst av hästmusselbankar är ett från naturvårdssynpunkt viktigt inslag i bottenmiljön på Stora Middelgrund.

### *Fåglar*

Tidigare inventeringar av Kattegatt och Östersjön ledde till att 39 olika större havsområden klassificerades som internationellt viktiga fågelområden. Stora Middelgrund ingår ej bland dessa områden.

### *Arkeologi*

I närområdet finns ett flertal dokumenterade vrak. Några av dessa ligger i direkt anslutning till parkens västra gräns.

### Områdets användning

Området används både för yrkesfiske, fritidsfiske och sportdykning. De fångstvärden som landades av den halländska fiskeflottan under åren 1999 – 2002 betraktas som medelhöga jämfört med andra områden i sydöstra Kattegatt.

### Elanläggningar

Parken kommer att omfatta kraftverk med tillhörande kablar, transformatorstationer och en HVDC-light anläggning eller motsvarande. Den totala längden av markförlagda kablar i parken kommer att uppgå till 142 km.

Tre olika alternativ för anslutning till elnätet har studerats. Det mest optimala och nu aktuella alternativet innebär att parken ansluts till stamnätet vid Oskarström. Överföringen från parken till Svenska Kraftnäts anläggning Breared öster om Oskarström kommer att ske med högspänd likström av så kallad HVDC-light teknik eller motsvarande. Likströmskablar når fastlandet norr om Halmstad, mellan Särö och Haverdal. Anslutningens totala längd uppgår till ca 67 km.

### Byggskede

#### *Störningar*

Höga ljudstyrkor uppstår genom ett flertal aktiviteter under byggskedet. Nedslagningen av monopiles i sjöbotten alstrar lågfrekvent ljud med styrkor närmast källan som kan bli direkt skadliga eller dödliga för både fisk och däggdjur. En rad åtgärder är möjliga att vidta för att begränsa skadliga effekter av detta ljud.

### *Information*

Kommande anläggningsarbeten innebär i vissa avseenden en förändring i framkomligheten i närområdet. Ofta finns det en förhöjd risknivå i initialfasen av ett anläggningsföretag. Därför kommer information att ges till alla som trafikerar närområdet om företagets omfattning, transporter m.m.

### Parkens påverkan

#### *Intrång*

Genom fundament med tillhörande erosionsskydd tar de nya anläggningarna i anspråk knappt 0,25 % av sjöbotten i parken eller 0,13 % av det område som omfattar både delar av Stora Middelgrund och Röde bank och som nu föreslås som Natura 2000 område.

#### *Övrig påverkan på sjöbotten*

Kablarna i parken och mellan parken och fastlandet kommer där så är möjligt att spolras eller plöjas ner till mellan 1 och 2 m under sjöbotten. Det bedöms att ca 0,3 km<sup>2</sup> eller 0,5 % av sjöbotten i parken berörs av de arbeten som sker i samband med förläggningen av kablarna. Till detta tillkommer knappt 0,1 km<sup>2</sup>, den yta som berörs av de arbeten som utförs vid installationen av landanslutningen på delen mellan parken och territorialgränsen och på delen mellan territorialgränsen och fastlandet.

#### *Ankring*

Två alternativa scenarier finns avseende ankring i parkområdet:

- Ankringsförbud innebär att nuvarande aktiviteter, fiske, sportdykning m.m. i princip måste flyttas till andra ställen. Detta ger dock större möjlighet för reproduktion av fisk samt ökar säkerheten för kabelinstallationer vilka i detta alternativ kan förläggas på ett djup av ca 1 m under sjöbotten.
- Tillåten ankring inom området innebär fortsatt fiske med övriga aktiviteter samt krav på att kablarna i området spolras, plöjs eller grävs ner till 2 m under sjöbotten. Risken för skador på kablarna ökar.

### *Landanslutningen*

Landanslutningen kräver hög driftsäkerhet vilket medför krav på ankringsförbud inom en ca 200-300 m bred korridor.

### *Oljud och fiskförekomst*

Driftljud från vindkraftverk har under höga vindstyrkor beräknats kunna skrämma fisk inom mycket korta avstånd (< 5 från fundamenten). Risken för att driftljudet påverkar förekomsten av fisk i en vindkraftspark är begränsad.

### Risker för kollision

Enligt de uppgifter som erhöles av Universal Wind Offshore AB från Sjöfartsverket är fartygstrafiken kring den föreslagna vindkraftsparken Kriegers Flak ca tre gånger större än trafiken kring vindkraftsparken vid Stora Middelgrund och trafiken i anslutning till Kriegers Flak omfattar generellt fartyg med större tonnage än de vid Stora Middelgrund. De områden som omfattas av dessa två parker är ungefär lika stora.

Riskanalysen genomförd för vindkraftspark Kriegers Flak visar på en kollisionsfrekvens motsvarande en statistisk period på 251 år mellan två kollisioner förutsatt att inga speciella riskreducerande åtgärder vidtas.

Utifrån det ovannämnda bekräftar Sjöfartsverket att de kollisionsrisker som blir aktuella vid Stora Middelgrund ej ligger över den frekvens som gäller förhållandena vid Kriegers Flak.

### Tidplan

Anläggningsarbetena i parken beräknas starta i mitten av 2009 och hela parken bör vara driftsatt i mitten av 2011.

Ett miljökontrollprogram beräknas starta i mitten av 2008 och pågå till början av 2013, två år efter slutförandet av anläggningsarbetena.

### Avveckling

Anläggningen och dess delar belägna över sjöbotten avvecklas helt efter dess livstid.

## Kostnader

Den totala kostnaden för parken inklusive dess förbindelse med elnätet har beräknats till 12 á 15 miljarder kronor i 2005-års prisnivå.

## 2 Bakgrund

### 2.1 Allmänt

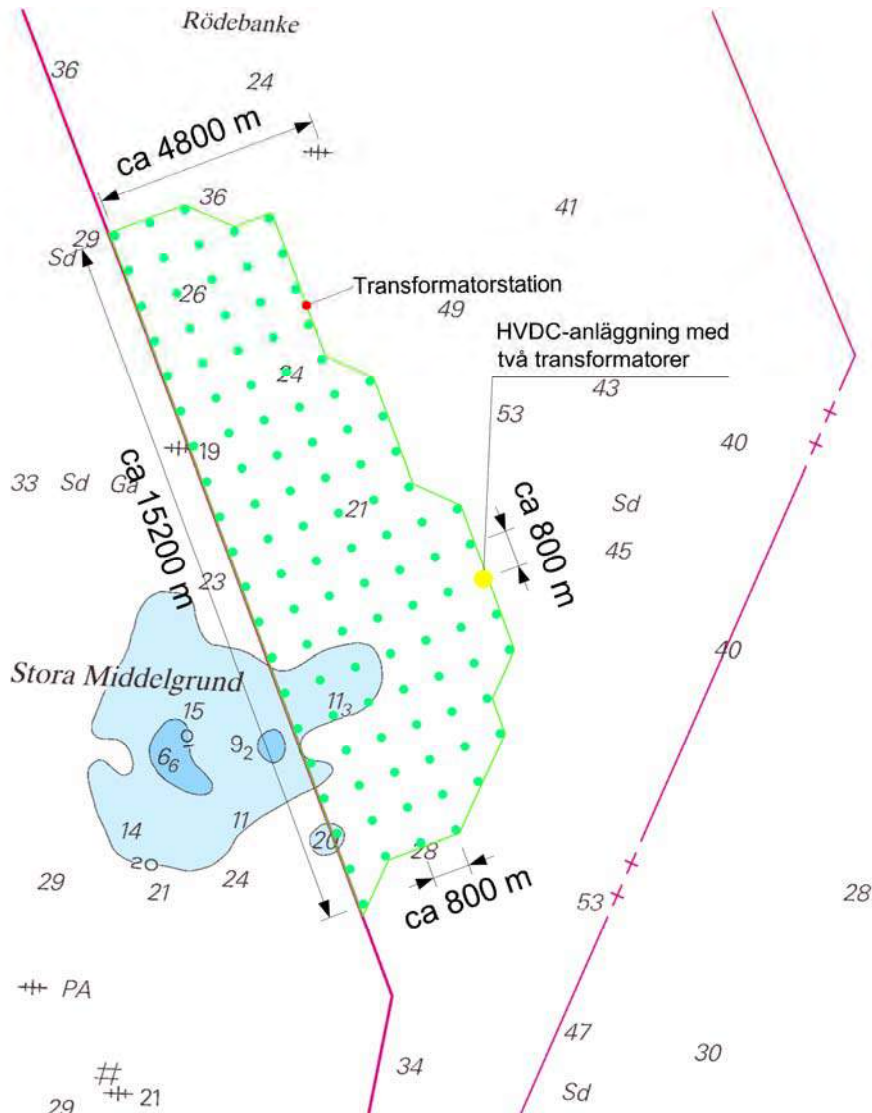
Som nationellt planeringsmål för vindkraften fastslås i energipropositionen (2001/02:143) en årlig elproduktion om 10 TWh år 2015. Detta mål antogs av riksdagen. Regeringen har i en ny proposition aviserat behovet av ett nytt mål för vindkraften för 2020 och avser att ge Energimyndigheten i uppdrag att i samråd med berörda myndigheter ta fram ett förslag på ett sådant mål [prop 2005/06:143].

För att medverka vid uppfyllelsen av dessa mål har Universal Wind Offshore AB eftersökt ett marint läge inom den svenska ekonomiska zonen, där det finns möjlighet att anlägga en park med en installerad effekt om minst 500 MW.

Universal Wind Offshore AB har på företagsekonomiska grunder bedömt att etableringen av en stor vindkraftspark på Stora Middelgrund är en god långsiktig investering som samtidigt ger företaget ett mervärde i form av *goodwill* genom associationen med förnyelsebar energi och med en långsiktigt hållbar utveckling. Därtill menar Universal Wind Offshore AB att verksamheten kommer att ge samhällsekonomiska fördelar bland annat genom de arbetstillfällen som kommer att skapas genom projektet.

Mot denna bakgrund har Universal Wind Offshore AB beslutat att ansöka om de tillstånd som behövs för att uppföra en vindkraftspark på Stora Middelgrund i Sveriges ekonomiska zon och tillhörande anslutning till stamnätet.

Den planerade vindkraftsparken som föreslås etableras i anslutning till Stora Middelgrund i Kattegatt, [figur 2.1](#), kommer att omfatta 108 verk samt tillhörande transformatorstationer. Mellan verken kommer kablar att dras. Kablar kommer också att förbinda parken med fastlandet.



Figur 2.1. Vindkraftspark Stora Middelgrund, layout

Ett stort antal underlagsrapporter och denna tekniska beskrivning ligger till grund för redovisning av de miljökonsekvenser som uppstår i samband med anläggande, drift och avveckling av den föreslagna vindkraftsparken och dess landförbindelse.

## 2.2 Uppgifter om sökanden

Anläggningens namn: Vindkraftspark Stora Middelgrund

Sökande/huvudman: Universal Wind Offshore AB

Organisationsnummer: 556680-7987

Adress: Kalendegatan 25, 211 35 Malmö

Telefon: 040 – 671 44 88

Fax: 040 – 611 85 99

E-post: [info@universalwind.se](mailto:info@universalwind.se)

Kontaktperson: Mia Bergström, Universal Wind  
Offshore AB

Universal Wind Offshore AB kommer att uppföra och driva den planerade vindkraftsparken på Stora Middelgrund. Bolaget ägs av Ola Gejervall och Björn Algvist.

Ola Gejervall har arbetet med projektering, finansiering och förvaltning av vindkraftverk sedan 1997. Han har bl.a. varit ansvarig för uppförandet av två av Sveriges största landbaserade vindkraftsparker vid Hedagården och Skarhults Nygård i Skåne län.

Björn Algvist grundade Intenia 1984 och var dess VD och huvudägare mellan åren 1984-2004. Intenia utvecklades till att bli Sveriges största bolag inom affärssystem. År 2004 omsatte Intenia ca 4 miljarder kronor. Sedan 2004 är Björn verksam som investerare i onoterade bolag i vilka han avser att investera avsevärda belopp, varav en stor del inom energisektorn.

## 2.3 Gällande beslut

Följande beslut har tagits avseende Vindkraftspark Stora Middelgrund:

Enligt beslut 2005-08-18 medger Kammarkollegiet att Universal Wind Offshore AB får disponera allmänt vattenområde för att projektera och installera de kablar som kommer att förbinda den planerade vindkraftsparken på Stora Middelgrund med fastlandet, se [flik 1](#).

## 3 Parken

### 3.1 Lokalisering

Universal Wind Offshore AB:s val av ett lämpligt område för etablering av en havsbaserad vindkraftspark har föregåtts av en lokaliseringsutredning som beaktade följande kriterier:

- bra vindläge
- tillräckligt stort område med begränsat vattendjup
- tillräckligt avstånd från kusten för att begränsa den visuella påverkan
- lugnt vågklimat
- eventuella konflikter med andra intressen

Med hänsyn tagen till nämnda kriterier och av Boverket utpekade områden som eventuellt kan anses lämpliga för etablering av en ny havsbaserad vindkraftspark har Universal Wind Offshore AB valt Stora Middelgrund för sitt fortsatta arbete.

I sin rapport ER 16:2003 har Energimyndigheten i samarbete med länsstyrelserna pekat ut områden av riksintresse för vindkraft vilka är belägna innanför territorialgränsen. Mellan Stora Middelgrund och Halmstad finns ett sådant riksintresseområde utpekat. Universal Wind Offshore AB har dock funnit det mera intressant att undersöka möjligheterna för etablering av en vindkraftspark på Stora Middelgrund. Motiv för detta är att vattendjupen är mindre och att avståndet till kusten är stort nog för att undvika att vindkraftverken uppfattas som en visuell störning för människor iland.

Stora Middelgrund (ca 56° 33' nordlig bredd, 12° 6' östlig längd) är beläget ca 40 km rakt väster om Laholmsbukts inre del, 40 km nordnordväst om Gilleleje på Själland och drygt 60 km öster om Jyllands kust vid Grenå. Grundets östligaste del, ca 4 km<sup>2</sup>, med ett djup på 12-15 m ligger inom Sveriges ekonomiska zon. Huvuddelen av grundet med ett djup som varierar mellan 6 och 15 m ligger väster därom, inom den Danska ekonomiska zonen. Ca 20 km norr om Stora Middelgrund finns ett område som kallas Röde bank med ett

djup omkring 25 m. Delar av området mellan Stora Middelgrund och Röde bank utgörs av en sänka med ett djup mellan 35 och 40 m.

Den föreslagna parken är belägen på kontinentalsockeln inom Sveriges ekonomiska zon och utanför den svenska territorialgränsen. Parken förläggs i direkt anslutning till gränsen för Sveriges ekonomiska zon och kraftverken placeras med ett inbördes avstånd av ca 800 m. Parkens läge och layout redovisas i bilaga 1.

Hur väl parken kommer att synas från land kommer att påverkas av rådande siktförhållanden. Det stora avståndet begränsar parkens visuella påverkan. Hur mycket av tornen som kommer att döljas under horisonten för de delar av parken som ligger närmast respektive längst bort från fastlandet har sammanställts för olika vyer i bilaga 2.1-2.6. Det skall också påpekas att de delar av parken som inte kommer att döljas under horisonten endast blir synliga under goda väderleksförhållanden.

## 3.2 Koordinat- och höjdsystem

Kartmaterial m.m. upprättat för sjödelen av den föreslagna anläggningen redovisas i koordinatsystem WGS 84 – UTM Zon 33 och höjdsystem RH 70.

## 3.3 Föreslagna anläggningar

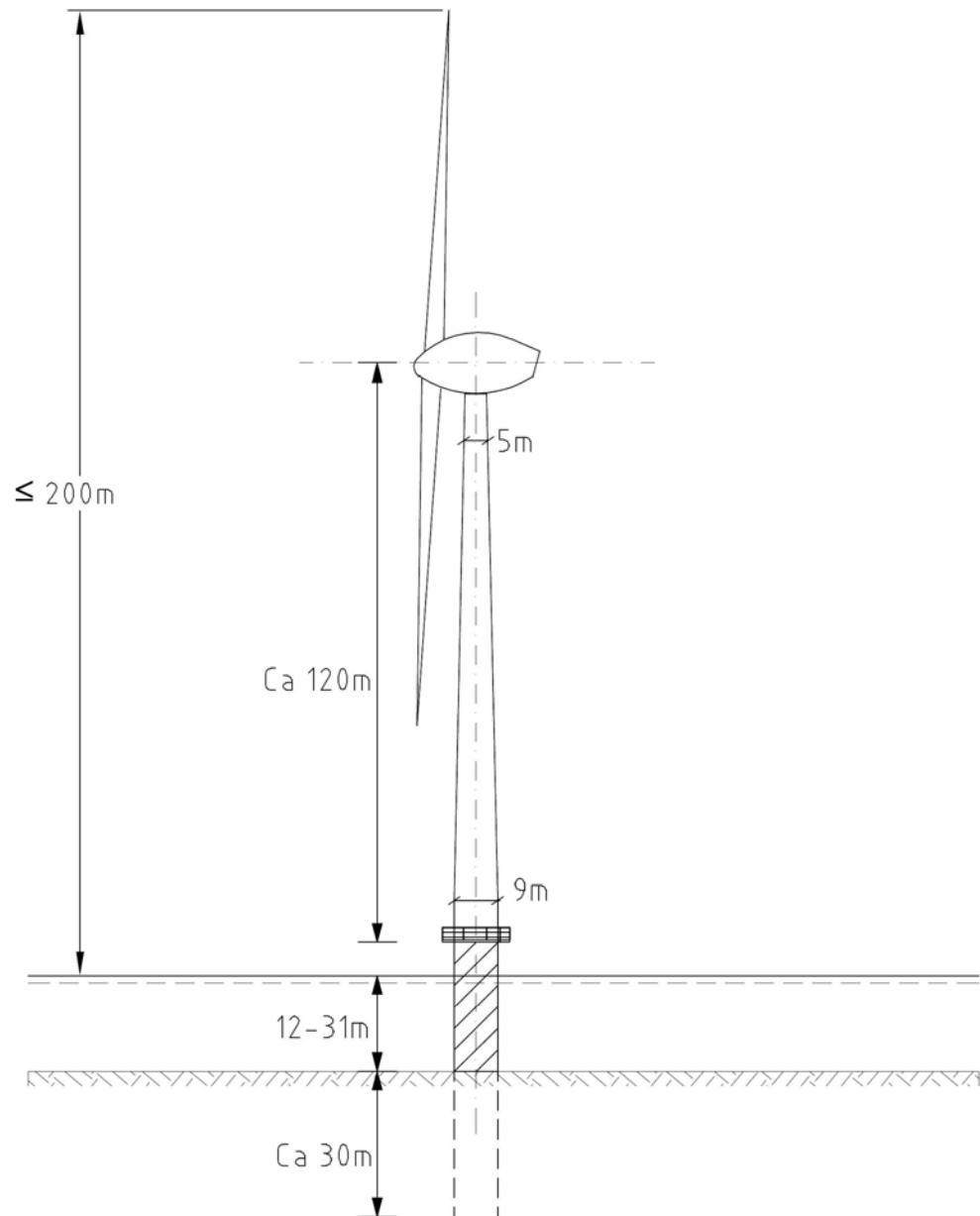
### 3.3.1 Allmänt

Vindkraftspark Stora Middelgrund kommer att omfatta 108 verk vardera med en effekt av mellan 6 och 8 MW, transformatorstationer och ett transiteringssystem med högspänd likström av HVDC–light typ eller likvärt. Vindkraftsparken beräknas ge en årlig produktion på upp till 3 TWh.

### 3.3.2 Vindkraftverk

Vindkraftverkens högsta punkt, dvs. inklusive den trebladiga rotorn blir belägen mellan 190 och 200 m över havsytan. Se också figur 3.1.

Kraftverken kommer att utformas specifikt för offshoreförhållanden med adekvat korrosionsskydd och övriga åtgärder som hindrar saltvattenintrång och fukt.



Figur 3.1. Vindkraftverk, huvudmått

### **3.3.3 Grundläggning**

#### **3.3.3.1 Vindkraftverk**

Vindkraftverken placeras på fundament av typ monopile, en nedslagen eller nedborrad stålpåle med en diameter mellan 8 och 9 m, alternativt tripoder (pålgrupp) som består av tre stålpålar med diameter 3-4 m.

#### **3.3.3.2 Kablar**

Erforderliga kablar förläggs inom någon eller några meters djup under havsbotten. Uppe på själva Stora Middelgrund innebär detta att kablarna förläggs i sediment av typen silt, sand och grus. Utmed sträckan Stora Middelgrund - fastlandet kommer förläggningen i huvudsak att ske i lerjord.

### **3.3.4 Transformatorstationer och HVDC anläggning**

Tre transformatorstationer är aktuella i parken med trafokapaciteten 200-300 MW vardera. Antalet transformatorstationer kan ändras beaktande teknisk optimering av systemet och val av teknik i vindkraftverkens generatorsystem. En av dessa stationer kommer att anläggas på ett separat fundament i parkens norra del, två transformatorer och HVDC-light anläggningen eller likvärt placeras i parkens sydöstra del.

## **3.4 Lokala förhållanden, översikt**

### **Vattendjup**

Vattendjupet inom den föreslagna parken varierar mellan ca 12 och 31 m. De minsta vattendjupen om 12 á 15 m återfinns i direkt anslutning till Stora Middelgrunds östra del.

Inget av föreslagna vindkraftverk kommer dock att förläggas inom området med vattendjup mindre än 14 m. 7 stycken kommer att förläggas på ett vattendjup inom intervallet mellan 14 och 20 m. Det maximala vattendjupet i parken uppgår till ca 31 m. Medelvattendjupet i anslutning till kraftverken uppgår till ca 25 m.

## Vindstyrka, strömning m.m.

- Beräkningarna visar att en vindstyrka på upp till 28-29 m/s, dvs. med återkomstid på 100 år, ger maximala våghöjder vilka uppgår till mellan 5,2 och 8,2 m.
- Det konstateras att den förhärskande strömningsriktningen är mellan nordost och sydost med större hastigheter i riktningen mot sydost. Simuleringen visar de högsta strömningshastigheter som uppträdde under 2004 på 0,83 m/s.
- Vattennivåer med 100-års återkomstid uppgår till mellan -0,9 och +1,1 m jämfört med medelvattenytan.
- Istjocklek vid 100-års återkomstid beräknas uppgå till ca 0,6 m.
- Enligt uppgifter hämtade från SMHI avseende data från Nidingen är vindhastigheten i området och på höjden 10 m över mark högre än eller lika med 12 m/s under 13.35 % av tiden (summerat över alla vindriktningar).

## Bottenflora/fauna

### *Bottenflora*

Utsjöbankarnas naturvärden har samband med vattendjupet så att grundare områden med tillräcklig ljusstillgång ger förutsättningar för en makroal flora som skiljer sig från de djupare omgivningarnas och ger skydd och näring åt många organismer. Alger på Stora Middelgrund förekommer som djupast på 26 m.

På Stora Middelgrund inom svensk ekonomisk zon (SEZ) noterades vid utsjöbanksinventeringarna år 2004 trettiosex arter makroalger. Välutvecklad algskog finns endast på ett fåtal platser vilket kan bero på att grundets bottenstrukturer till stor del utgörs av rörliga sand-, grus- och småstensbottenar som omlagras ofta.

### *Fauna*

Bottenarna vid Stora Middelgrund vindpark är friska och artrika eftersom vattenomsättningen är god och påverkan från land liten. Bottenfaunan utgörs av ryggradslösa djur, bland annat kräftdjur och musslor, vilka lever på bottenytan eller i sand- och lerbottenarna. Området innehåller flera olika bottenstrukturer vilket ökar antalet

livsmiljöer och därmed antalet djurarter i relation till omgivande vatten med mer homogena lerbottnar. Utsjöbanks-inventeringarna har resulterat i fynd av flera rödlistade evertebrater. Förekomst av hästmusselbankar är ett från naturvårdssynpunkt viktigt inslag i bottenmiljön på Stora Middelgrund.

## Fåglar

Inventeringarna av Kattegatt och Östersjön (Durinck et al. 1994, Skov et al. 1995) ledde till att 39 olika större havsområden klassificerades som internationellt viktiga fågelområden. Norra Kattegatt har vid de redovisade inventeringarna utpekats som ett av de tio viktigaste koncentrationsområdena för sjöfåglar i Östersjön-Kattegatt-området. Området innefattar hela havsområdet öster om Jylland samt kring de danska öarna Laesö och Anholt. Stora delar av detta havsområde har ett vattendjup mellan 8 och 15 meter och är därmed ett viktigt område för havslevande dykänder. Området mellan Laesö-Anholt och den svenska kusten är i huvudsak djupt, men de grunda bankarna Lilla Middelgrund, Fladen, Groves Flak och Tønneberg Bank ingår också i det utpekade fågelområdet. Stora Middelgrund ingår ej i det område som markerats i rapporten, mest beroende på områdets isolerade läge jämfört med de övriga bankarna, skilda från Stora Middelgrund av något djupare vatten. Området torde i övrigt ha samma värde för sjöfåglarna som de andra utsjöbankarna.

Befintliga översiktliga studier visar att Stora Middelgrund är av stor betydelse för de övervintrande bestånden av sillgrissla och speciellt tordmule. Möjliga effekter av en vindkraftspark vid Stora Middelgrund skulle kunna vara att havsfåglarna (främst grisslorna) kommer att undvika parken och dess närområde vilket leder till att deras födosöksområden minskas.

Befintliga inventeringar i området är fåtaliga och gamla samt inte detaljerade nog för att närmare belysa eventuella effekter på fåglarna vid utbyggnad av en vindkraftspark av denna storlek.

Se också Rapport 2005-09-12 "Fåglar och vindkraft vid Stora Middelgrund" samt "Alkor och vindkraft vid Stora Middelgrund, en komplettering av miljökonsekvensbeskrivning" daterad 2006-02-26, Leif Nilsson, Ekologiska Institutionen i Lund, [flik 11](#).

## Arkeologi

Hittills genomförda undersökningar pekar på att förekomsten av fornlämningar i området är begränsad. Några boplatser är inte kända.

Avseende förekomst av vrak finns ett flertal sådana dokumenterade i parkens närområde. Vrakens position redovisas i bilaga 13. Det kan inte uteslutas att det även finns andra vrak.

### 3.5 Områdets användning

#### Yrkesfiske

I Kattegatt landas fångster vars ekonomiska värde per yta är mindre än i Skagerrak och Öresund, men större än i Östersjön, Bottenviken och Bottenhavet. Fisket i Kattegatt är huvudsakligen av betydelse för svenskt och danskt yrkesfiske samt för fritidsfiske. Det material som presenteras under flik 6, Marine Monitoring AB "Stora Middelgrund Vindpark, Marinbiologiska miljökonsekvenser; fisk, fiske och marina däggdjur" daterad december 2005, inkluderar ej data avseende utomsvenskt fiske som lär vara omfattande vid Stora Middelgrund.

Baserat på loggboksrapporter (enligt ICES, International Council for the Exploration of the Sea) landade den halländska fiskeflottan under åren 1999 – 2002 medelhöga fångstvärden från fiskevattnen vid Stora Middelgrund jämfört med andra områden i sydöstra Kattegatt.

#### Fritidsfiske och fisketurism

I Marin Monitorings rapport enligt ovan konstateras att i motsats till Stora Middelgrund kan Fladen och Lilla Middelgrund utpekas som marina utsjöbankar i Kattegatt med högt värde för fritidsfiske och fisketurism. Det bedrivs sportfiske kring Stora Middelgrund men i mindre omfattning. Sommarfiske efter makrill och vrakfiske i Stora Middelgrunds närområde är den form av sportfiske som främst utövas i området.

#### Sportdykning

I parkens närområde finns ett flertal vrak vilka är av stort intresse för sportdykarna liksom övriga delar av Stora Middelgrund.

#### Tidigare användning

Inom de grunda delarna av Stora Middelgrund överlagras det underliggande äldre sedimentet (morän) av grusavlagringar. I sitt yttrande avseende uppförande av en havsbaserad vindkraftspark på Stora Middelgrund gör SGU en bedömning att dessa avlagringar har en mäktighet upp till 12 m och därmed också utgör en värdefull reserv av naturgrus (för exploatering) och därför ej bör ingå i den planerade parken. Resultat från de bottenundersökningar som utfördes på Stora

Middelgrund av Marin Mätteknik AB under hösten 2005, se [flik 15](#), bekräftar inte att det på den svenska sidan av grundet finns något område med grusavlagringar med så stor mäktighet. Genomgående för geologin på Stora Middelgrund är förekomsten av tunna skikt av friktionsjord ovanpå fast lerjord. Dessa skikt kan ställvis uppnå en mäktighet på några meter. Det ska dock understrykas att det till dags dato inte utförts några provtagningar som kan verifiera de ur geofysiska mätningar utvärderade jordlagerförhållandena. Det kan därför inte helt uteslutas att områden med mäktigare lager med friktionsjord kan förekomma inom grundet.

## 4 Geotekniska förhållanden

### 4.1 Tillgänglig information

Den information som finns i projektet avseende geotekniska förhållanden baseras dels på den Maringeologiska kartan över Stora Middelgrund, från 1979, dels på den geofysiska undersökning av Stora Middelgrund som utförts av Marin Mätteknik under 2005. Föreliggande geofysiska jordmodeller har ännu inte verifierats varför de angivelser av jordarter och deras egenskaper som ges i denna beskrivning endast skall betraktas som preliminära.

### 4.2 Geotekniska förhållanden, allmänt

Berggrunden i området består av ett sedimentärt berg. Uppe på själva grundet överlagras det sedimentära berget av en glacial, veckad lera med stor fasthet. Den veckade glaciala lera överlagras av friktionsjord, sand, silt eller grus med varierande, men generellt små, mäktigheter, se också [bilaga 3](#). Vattendjupet varierar från drygt 12 till drygt 31 m inom det aktuella området. Öster om grundet är vattendjupet 45 á 50 m.

Havsbottnen i riktning mot fastlandet utgörs huvudsakligen av lerbotten. Leran är glacial och något överkonsoliderad.

För grundläggningen av verken saknar de tunna lagren med friktionsjord relevans ur mekanisk synpunkt eftersom lasterna i huvudsak kommer att tas upp i den underliggande lerjorden. För kabelförläggning förväntas däremot de tunna lagren med friktionsjord innebära att kabeln på många ställen kommer att vila i dessa.

Jordlagerförhållandena uppe på Stora Middelgrund kan generaliseras som en mycket fast lerjord överlagrad av sediment i form av silt, sand och grus. Sedimenten är dock i allmänhet mycket tunna (några fåtal meter) och saknar signifikant betydelse ur grundläggningshänseende eftersom grundläggningen till övervägande del kommer att vara någon typ av djupgrundläggning; monopile alternativt tripod där huvudparten av lasten överförs från konstruktion till jord på betydande djup under havsbottnen.

### 4.3 Geotekniska undersökningar inför byggskedet

För att säkerställa att vart och ett av de planerade verken och de övriga anläggningarna ges en väl fungerande grundläggning kommer detaljerade geotekniska undersökningar att utföras i varje verks läge. Dessa undersökningar har som syfte att i respektive verks planläge ge upplysningar om de fysikaliska och jordmekaniska parametrarnas värden. För att säkerställa verkens funktion, beständighet och säkerhet krävs kännedom om såväl statiska som dynamiska jordparametrar. För att säkerställa att rätt produktionsmetoder används vid grundläggningsarbetena krävs kännedom om block respektive flytjordsförekomst vilket därför är en viktig uppgift för den detaljerade undersökningen att klargöra.

På basis av idag föreliggande information förväntas samtliga verk etc. bli grundlagda med djupgrundläggning, monopile alternativt tripod. I varje fundamentläge kommer följande undersökningar att erfordras:

- Sondering ned till ett djup av minst 40 m under havsbotten i minst 1 punkt per fundamentläge. I lösare jordlager är CPT-sondering att föredra medan hejarsondering alternativt JB-sondering kan föredras i de fastare jordlagren.
- Ostörd provtagning ned till 40 m under havsbotten.
- Loggning av borrhål med sedvanlig utrustning.

Upptagna ostörda prover klassificeras enligt SGF:s standard. Avancerade undersökningar utförs i den utsträckning som är påkallad med hänsyn till grundläggningssätt, laster och jordegenskaper.

#### Sonderingar

I jordlagren ska CPTu-sondering i foderrör utföras så djupt det låter sig göras. Från stoppnivån för CPTu-sonderingen utförs hejarsondering i foderrör till stopp. Från stoppnivån för hejarsonderingen utförs JB3-sondering.

I varje fundamentläge utförs CPTu-sondering genom jordlagren så djupt det låter sig göras. Om jordlagren inte till fullo låter sig penetreras med CPTu-sonden ska hejarsondering ta vid från den nivå där CPTu-sonderingen stoppat. Från stoppnivån för hejarsonderingen utförs sedan JB3-sondering. Sondering ska utföras till ett djup under havsbotten som är minst 40 m. CPT-sondering som sker genom att ett spetsföreställt borrhål pressas ned genom jordlagren orsakar ingen losstagning av jordmaterial och därmed erhålls inget tillskott till slamspridningen. Vid JB-sonderingen används vatten för att föra upp

losstaget jordmaterial till ytan. Hela processen sker dock inom foderrör och med recirkulation av spolvattnet sedan det fått klarna i sedimentationsbassäng varför det enda påtagliga tillskott till slamspridning som erhålls är i samband med avinstallation av foderrören.

### **Provtagningar**

Ostörd provtagning förutsätts ske med S Geobor eller likvärdig metod. Provtagning görs i en punkt per fundamentläge, lämpligen i omedelbar anslutning till någon av där utförda sonderingspunkter. Provtagning ska ske till minst en nivå 40 m under havsbotten. I både jordlagren och i berggrunden tas kontinuerliga prover. S Geobor är i princip ett stålrör med vilket jordproverna stansas ut ur havsbotten. Eftersom målsättningen med provtagningen är att ta upp ostörda prover blir det per definition en mycket begränsad spridning av jordslam.

### **Borrhålsloggningar**

Loggning förutsätts ske i vart 5:e kärnborrhål. Loggningen kommer preliminärt att omfatta:

1. caliper
2. naturlig gamma
3. densitetslog
4. porositetslog
5. resistivitetslog
6. sonic

Denna typ av undersökning sker i ett tidigare upptaget borrhål och medför därför inget tillskott till sedimentspridning.

## 5 Grundläggning

### 5.1 Allmänt

Inom det föreslagna parkområdet kommer att installeras totalt 112 - 113 fundament. 108 av dessa krävs för installation av vindkraftverken och fyra - fem för installation av en transformatorstation samt en plattform innehållande två transformatorstationer och en HVDC-light anläggning eller likvärt.

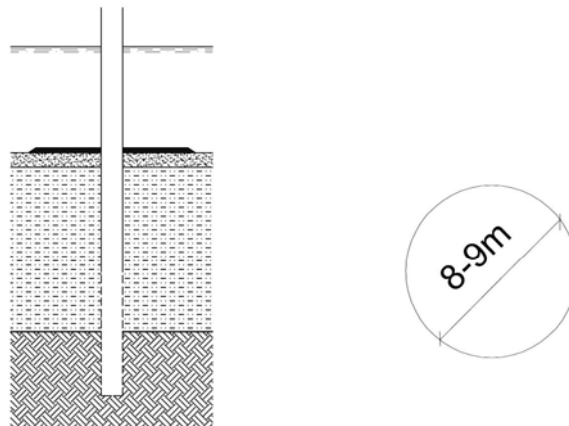
Fundamenten kommer att konstrueras som stålfundament av typ monopile, tripod eller likvärt.

En monopiles lastförmåga är mycket beroende av grundförhållandena och vid lösa jordarter kan den behöva installeras ned till ett djup av 30 å 50 m under havsbotten. En tripod är en pålgrupp bestående av tre pålar förbundna med en prefabricerad stålkonstruktion, alternativt en platsgjuten betongkonstruktion. En tripodgrundläggning är ofta en fördelaktigare konstruktion vid stora vattendjup än grundläggning på monopile. Grundläggning på tripoder kan troligen tillämpas för etablering inom stora delar av parken vilket kommer att bekräftas i samband med geotekniska undersökningar.

### 5.2 Fundament

#### Monopile

Monopile utförs som en nedslagen eller nedborrad stålpåle med en diameter mellan 8 och 9 m och godstjocklek i storleksordningen 10 cm, se [figur 5.1](#).



Figur 5.1. Typsektion monopile

En monopile är i hög grad beroende av rådande grundförhållanden vilka styr fundamentens installationsdjup under havsbotten. Vid mycket fasta jordlager måste en monopile borrar ner i undergrunden. Inom ett djup av 30 m kan detta visa sig erforderligt inom stora delar av parken. I detta skede är det dock svårt att på basis av föreliggande information göra några säkra uttalanden om drivningsmotståndet i de olika, genom geofysik identifierade, jordlagren.

Höga ljudstyrkor uppstår genom ett flertal aktiviteter under byggskedet, speciellt i samband med nedslagningen av fundament i sjöbotten. Nedslagningen av monopiles i sjöbotten sker huvudsakligen med hjälp av en hydraulisk hammare vilket alstrar lågfrekvent ljud med styrkor närmast källan som kan bli direkt skadliga eller dödliga för både fisk och däggdjur (> 200 dB re 1  $\mu$ Pa). Ljudstyrkor < 151 dB re 1  $\mu$ Pa som troligen kommer att uppträda på ett avstånd av minst 200 m från byggarbetsplatsen enligt ovan innebär enligt genomförda studier en säker ljudnivå för marina däggdjur. Faunan i det berörda området beräknas undvika konstruktionsarbetenas bullerkällor inom avstånd som varierar mellan de olika arterna. Tumlare t.ex. kommer troligen att undvika bullerkällan inom ett avstånd av drygt 7 km och knubbsäl inom ett område av ca 2 km. Se också Marin Monitoring:s rapport, flik 6.

En rad åtgärder är möjliga att vidta för att begränsa skadliga effekter av detta ljud. Bland dessa kan nämnas följande:

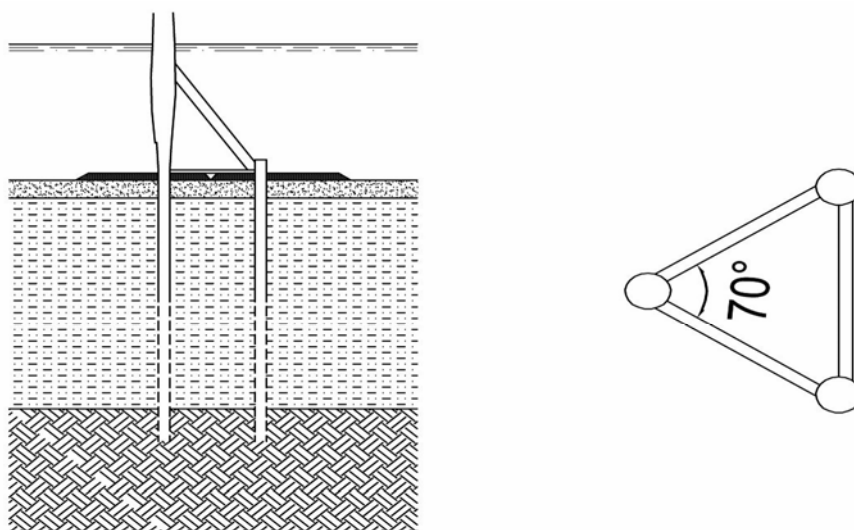
- Installation av fundament undviks under perioder för organismers lek- och vandring, under mars-juni.

- Ljudstyrkan under vattnet avtar med avståndet. Detta gör det önskvärt att de arbeten (nedslagning av fundament) som ger högst ljudstyrka bör koncentreras till begränsade delar av den framtida parken.
- Akustiska skrämsemetoder för säl, tumlare och fisk används för att driva ut dessa ur det närbelägna området under ovannämnda arbeten.
- I det initiella skedet av nedslagningen vid varje fundament startar detta arbete med lätta slag för att den fauna (fisk, säl och tumlare) som kan skadas av höga ljud skall kunna fly det berörda området.
- Runt det fundament som slås ner i sjöbotten anläggs med hjälp av tryckluft "bubbelskärmar" som reducerar ljudstyrkan på samma sätt som bullerskyddsskärmar på land.
- Installation av fundament med hjälp av s.k. vibro-piling kan tillämpas i områden med mjukare bottnar, lera eller likvärt vilket dock troligen inte blir aktuellt på Stora Middelgrund.

### **Tripod**

En tripod är en komplex prefabricerad stålkonstruktion på pålar, se [figur 5.2](#). Tripoder består av tre stålpålar med en diameter på 3-4 m och godstjocklek i storleksordningen 5 cm. Stålpålarna slås eller borrar ner i undergrunden. Den ljudstyrka som alstras i samband med nedslagningen av dessa stålpålar minskar jämfört med nedslagningen av monopile p.g.a. rörens mindre diameter.

Konstruktionen lämpar sig för stora vattendjup. Grundläggning på tripoder kan komma att tillämpas för etablering inom hela eller inom stora delar av parken. Detta kommer att bekräftas i samband med geotekniska undersökningar.



Figur 5.2. Typsektion och plan tripod

### Bottenpreparation och erosionsskydd

Monopiles liksom tripoder kräver ingen bottenpreparering, schakt eller andra förberedande arbeten bortsett från rensning av eventuella block och likvärt.

Båda grundläggningssätten kräver dock att erosionsskydd anläggs i anslutning till fundamenten. Vid monopiles utförs erosionsskydd runt om fundamentet med en ytterradien av ca 20 m. Erosionsskyddets totala tjocklek uppgår till ca 1,0 m. Detta ger en volym erosionsskydd vid varje fundamentet om ca 1 200 m<sup>3</sup>. Den totala ytan av sjöbotten som då tas i anspråk vid varje fundament kommer att uppgå till 1 300 m<sup>2</sup>. Ungefär samma area sjöbotten tas i anspråk vid utförandet med fundament typ tripod.

Den totala volym erosionsskydd som krävs i parken, material med stenstorlek 20-500 mm, kommer att uppgå till ca 135 000 m<sup>3</sup>.

### 5.3 Dimensioneringsförutsättningar

Fundamenten kommer att dimensioneras utifrån förväntade vind-, våg- och islast. En slutlig kombination av dimensionerande laster kommer att bygga dels på de valda kraftverken, dels på de förutsättningar som redovisas i kapitel 11.

## Vikt

### Vindkraftverk

Det enskilda verket har följande ungefärliga data. Tornet som väger ca 1 700 ton är ca 120 m högt. Dess övre diameter är ca 4,5 m och den undre mellan 8 och 9 m. Nacellen med vingar väger mellan 400 och 500 ton. Den vertikala last som grundläggningen ska bära är därför ca 2 200 ton plus vikten hos själva grundläggningen vilken kan uppgå till ca 25 ton per meter påle vid en monopile - grundläggning och ca 9 ton per meter för de tre pålarna i en tripod. Totalt kan därför den vertikala lasten tänkas uppgå till ca 3 000 ton eller 30 MN.

### HVDC-light anläggning och transformatorstationer

Den transformatorstation som kommer att installeras i parkens nordöstra del har en total vikt kring 300 ton.

Den totala vikten av HVDC-light anläggningen inklusive de två intilliggande transformatorstationerna kommer att uppgå till ca 2 600 ton. Dessa tre anläggningar förläggs på en gemensam plattform som troligen installeras på tre-fyra fundament.

## Laster

Enligt vad som ovan angivits är vertikallasten ca 30 MN. Det är dock inte den vertikala lasten som är den för grundläggningen dimensionerande lasteffekten. Den horisontella belastningen, i form av vindlast och i förekommande fall belastningen från strömmande vatten och is och det moment som denna belastning skapar, utgör ofta den dimensionerande belastningen, särskilt vid stora vattendjup.

## 5.4 Föreslagen grundläggning

Grundläggningen kommer att påverkas av vattendjupen vid de enskilda fundamenten. Vattendjupet i parken varierar ca 17 m, mellan 14 och 31 m, enligt sammanställning i tabell 5.1 nedan.

Tabell 5.1. De naturliga vattendjupen vid respektive kraftverk vid medelvattenstånd ( $\pm 0.0$  m).

Verk nr	Vattendjup (m)	Verk nr	Vattendjup (m)	Verk nr	Vattendjup (m)
A1	30	H5	26	P2	21
A2	30	I1	25	P3	23
A3	28	I2	26	P4	25
B1	30	I3	25	P5	25
B2	30	I4	25	Q1	21
B3	29	I5	26	Q2	22
B4	30	J1	24	Q3	25
B5	30	J2	25	Q4	26
C1	28	J3	24	Q5	27
C2	28	J4	24	R1	24
C3	28	J5	24	R2	24
C4	28	K1	23	R3	27
C5	27	K2	23	R4	28
D1	27	K3	23	R5	29
D2	28	K4	23	S1	31
D3	28	K5	24	S2	27
D4	26	L1	21	S3	27
D5	26	L2	23	S4	29
E1	26	L3	23	S5	31
E2	27	L4	23	T1	30
E3	27	L5	23	T2	29
E4	26	M1	18	T3	27
E5	27	M2	21	T4	25
F1	24	M3	20	T5	25
F2	25	M4	23	U1	28
F3	26	M5	24	U2	26
F4	26	N1	16	U3	25
F5	27	N2	17	U4	25
G1	24	N3	17	V1	29
G2	24	N4	20	V2	28
G3	25	N5	24	V3	24
G4	27	O1	14	V4	24
G5	27	O2	15	V5	29
H1	27	O3	21	V6	28
H2	25	O4	24	Transf.	27
H3	25	O5	25	Omriktarst.	29
H4	25	P1	16		

## 5.5 Tillverkning

Etablering av arbetsplatsen för tillverkning av fundament kan ske antingen i Sverige, Tyskland eller i Danmark. Arbetsplatsens storlek kommer huvudsakligen att styras av projektets tidplan och av transportmöjligheter från arbetsplatsen till Stora Middelgrund. Det mest sannolika är val av en arbetsplats förlagd i närheten av en hamn med stor lagringskapacitet.

## 5.6 Transport

På grund av kraftverkens storlek kommer troligen torn och turbiner att monteras på fundamenten ute till havs.

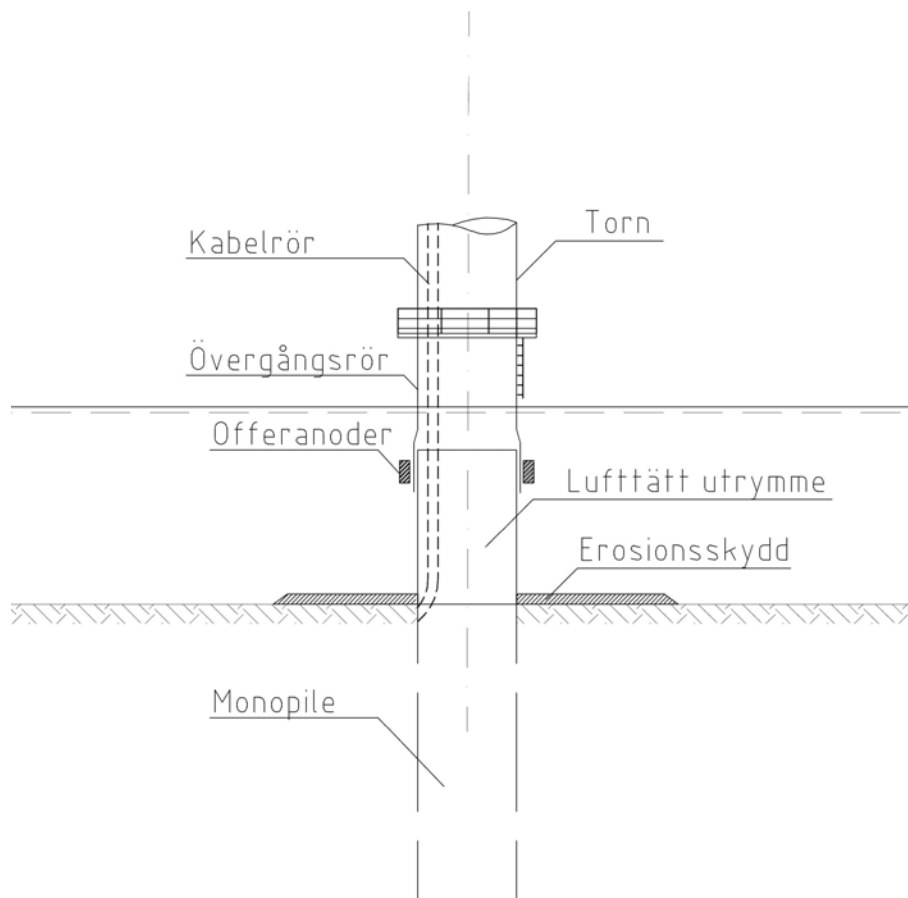
Om fundamenten byggs utanför Kattegatts område kommer de att transporteras på pråmar med lastkapacitet på minst 10 000 ton antingen direkt till Stora Middelgrund för installation eller till beställarens landbas i anslutning till Kattegatt vilken etableras för vidare utrustning och partiell montering av torn och turbiner.

För transport av enstaka fundament eller torn krävs ett fartyg eller en pråm med en lyftkapacitet av 2 - 3 000 ton.

## 5.7 Installation av fundament och torn

Installation av fundamenten i parken kommer troligen att ske med hjälp av ett kranfartyg och en hydraulisk hammare som behöver tillverkas speciellt för detta projekt.

- Inför starten av installationen av fundamenten, se [figur 5.3](#), görs en kontroll av bottenförhållanden med avseende på block samt en dykarkontroll avseende eventuella vrak, fornlämningar eller andra föremål.
- Block som kan hindra installationsarbeten flyttas eller, om så skulle krävas, sprängs.
- Om fornlämningar eller liknande påträffas stoppas alla arbeten i närheten av detta fynd inför beslut avseende påträffat föremål.
- Den nedre delen av erosionsskyddet, 0,4-0,5 m, läggs ut.



Figur 5.3. Principutformning fundament

- Fundamenten slås eller borrar ner i sjöbotten. I det förstnämnda fallet uppstår varken någon nämnvärd sedimentspridning eller annan förflyttning av bottenmaterialet. Om fundamenten måste borrar ner medför detta en hantering av upp till 2 400 m<sup>3</sup> material/fundament som transporteras från borrarutrustningen till den pråm som kommer att hantera överskottsmassorna. I samband med detta kan det uppstå visst sedimentspill som ej bedöms överstiga 5 % av den totala volymen eller 120 m<sup>3</sup>/fundament, ett sedimentspill som uppstår under ett arbete som pågår mellan 2 och 3 dagar.

I detta skede görs en bedömning att den totala volym material som kommer att tas upp i samband med installationen av fundamenten genom borrarutrustning kommer att uppgå till ca 50 000 m<sup>3</sup>. Detta material föreslår projektet skall användas för överfyllning av landanslutningen som ett extra skydd av parkens förbindelse med

fastlandet. Nämda volym skulle ge en extra överfyllning av landanslutningen med ca 1,5 m<sup>3</sup>/m kablar, eller med en 3 m bred överfyllning ca 50 cm på den 33 km långa sträckan.

- Efter det att fundamentet har nått slutgiltig nivå följer invändig installation av kabelskyddsror.
- Fundamentet förses därefter med ett lufttätt lock för att förhindra korrosion av fundamentets inre del.
- Mellan fundamentet och tornets bottendel installeras ett övergångsstycke som tar upp eventuella avvikelser från vertikallinjen och justerar höjden för anslutning av kraftverkets torn. Övergångsstycket inkluderar en fläns för anslutning av tornets nedre del.
- Övriga installationsarbeten avser dels installation av kablarna, kompletterande arbeten med erosionsskydd i anslutning till fundamenten samt installation av offeranoder, se separat kapitel, dels de arbeten som utförs över havsytan, installation av torn och turbinhus med rotor.

Vid utförandet med tripoder ersätts installationen av övergångstycket med installation av den konstruktion som sammanbinder de tre pålarna och möjliggör en anslutning av tornet till fundamentet. Några olika metoder är möjliga, dels utförande med stålkonstruktion, dels med en kombination av stål och betong.

## 5.8 Påverkan på befintliga anläggningar

Inga kända anläggningar kommer att påverkas av den planerade parken eller dess kablar.

Landanslutningen (HVDC-light kabeln) passerar genom den norra delen av Ringenäs skjutfält. Luftvärnsregementet har efter att ha undersökt verksamheten på Ringenäs skjutfält inget att erinra mot en sträckning av kablar som delvis passerar skjutfältet, se [flik 5](#).

## 5.9 Underhåll

Fundamenten kommer att behandlas utvändigt med epoxi- och/eller polyuretanbaserat korrosionsskydd. Fundamenten kommer vidare att skyddas mot korrosion genom ett aktivt skydd med aluminium- eller zinkanoder. För fundamentens planerade livstid, 30 år, bedöms preliminärt en åtgång av offeranoder med en total vikt av 5-6

ton/fundament. Offeranoder som täcker hela den beräknade förbrukningen under fundamentens livstid installeras i samband med installationen av fundamenten.

Insidan av fundamenten, ett lufttätt utrymme, kräver ej något korrosionsskydd och lämnas därför obehandlat.

Fundamenten kommer att inspekteras regelbundet för att man skall kunna upptäcka och reparera eventuella skador.

Underhållsinspektioner kommer att följa den inspektionsplan som tas fram av entreprenören i samband med detaljprojekteringsarbetet.

## **5.10 Avveckling**

Efter parkens avveckling kapas fundamenten vid havsbotten och den nedslagna eller nedborrade delen lämnas kvar. Eventuella håligheter (insidan av fundament) ifylls med lämpligt material.

## 6 Torn och turbiner

### 6.1 Torn

Den bärande konstruktionen utformas som ett ståltorn.

Tornen kommer att få en höjd på ca 125 m över havsytan. Diametern på den trebladiga rotorn blir mellan 140 och 155 m. Anläggningens totalhöjd, från havsytan till topp av rotorblad, kommer att uppgå till mellan 190 och 200 m. Tornet kompletteras med en plattform som installeras mellan 7 och 8 m över havsytan. Se [figur 3.1](#).

Tornen kommer att bli koniska med ett cirkulärt tvärsnitt. Största diametern, vid tornens bas i anslutning till fundamentet, blir mellan 8 och 9 m och minsta diametern, i den övre delen i anslutning till turbinhuset, mellan 4,5 och 5 m.

Tornen märks i enlighet med "IALA Recommendation O-117 On the Marking of Offshore Wind farms", Edition 2, December 2004, se [flik 12](#). Avseende illustration redovisande tornens märkning, se [bilaga 4](#).

Tornen förses vidare med varningsljus för flyget. Nuvarande bestämmelser, en interimistisk lösning, kräver att varje konstruktion med höjden överstigande 150 m skall förses med ett högintensivt vitt blinkande ljus. Nya regler för märkning av bl.a. vindkraftsparker är under framtagande och kommer att fastställas långt innan parkens uppförande.

Parken kommer vidare att utrustas med Racon signaler eller likvärt. Detta gäller även för byggskedet.

### 6.2 Turbiner

De enskilda vindkraftverken kommer att ha en effekt på mellan 6 och 8 MW vilket skall jämföras med de vindkraftverk som har en beräknad uteffekt på 6 MW och som tagits i drift i bl.a. Tyskland i slutet av 2005. Dessa verk är utrustade för offshore förhållanden och genomgår nu en serie tester inför kommande produktion i större skala.

Turbinerna kommer att ha en trebladig rotor. Rotorbladen och turbinhusen tillverkas av fiberglasförstärkt syntetiskt material.

Turbinerna utrustas med ett integrerat åskskydd.

Vindkraftverken utformas för en livstid av 25-30 år.

### **6.3 Transport av torn och turbiner**

Tornen tillverkas i flera sektioner och transporteras med båt till en arbetsplats på land för lagring. Alternativt kan torndelarna transporteras direkt från fabriken till Stora Middelgrund för montering till havs.

Turbinerna inkl. rotorblad kommer att fraktas med båt till Stora Middelgrund för montering till havs.

### **6.4 Installation av torn och turbiner**

Installation av torn och turbiner på fundamenten kommer att ske med hjälp av ett kranfartyg ute till havs efter det att fundamenten satts på plats.

### **6.5 Driftdata**

Verken planeras starta vid vindhastigheter på ca 3,0 m/s. Då medelvindhastigheten överstiger den för verken högsta tillåtna vindhastigheten, mellan 25 och 30 m/s, går verken automatiskt ur drift. Verken bör klara kortare perioder med hög vindhastighet utan att behöva stanna. Efter att ha varit ur drift på grund av hög vindhastighet går verken åter i drift när medelvindhastigheten understiger ett för verket bestämt gränsvärde. Turbinens rotationshastighet kommer bland annat att bero på om man väljer ett system med växellåda eller ej. Normalt ligger rotationshastigheten för verk av denna storlek kring 10 á 15 varv per minut.

Driften av kraftverken pågår vid lufttemperaturer inom spannet -20°C till +35 °C beroende på fabrikat.

## 7 Etablering

### 7.1 Etablering under byggskedet

#### 7.1.1 Till sjöss

Parkens västra gräns ligger parallellt med och i direkt anslutning till gränsen för Sveriges ekonomiska zon. Avståndet mellan den västra raden av kraftverken och den ovannämnda gränsen uppgår till 100 m.

Parkens avstånd till den hårdtrafikerade route D väster om parken är drygt 7 km.

Etableringsområdets maximala utbredning under byggtiden motsvarar parkens yta inklusive de ytterområden, en ca 250 bred remsa, som föreslås vara avlyst under byggtiden, se bilaga 5. Detta ger en total yta som kan komma att avlysas vid parken under byggtiden om ca 65 km<sup>2</sup>. Parkens utbyggnad kommer med all sannolikhet att ske i 2-3 etapper vilket innebär att den yta som kommer att avlysas för ej behörig trafik kommer att variera under byggtiden.

Den yta som avlyses under byggtiden i anslutning till parken kommer att användas såväl för byggarbeten som för eventuella fartygshotell etc. som kommer att krävas för ett effektivt genomförande av aktuella arbeten.

På sträckan mellan parken och fastlandet tas för installation av landanslutningen ett 200 till 300 m brett stråk tillfälligt i anspråk.

#### 7.1.2 På land

På land krävs etableringsområden för tillverkning av fundament, torn och turbiner med rotorblad samt för ihopsättning av konstruktionens olika delar.

Tornen kommer att tillverkas i tre till fyra sektioner som sätts samman till full höjd. Turbinhus med installationer och rotorblad levereras färdiga av turbinleverantör direkt till parken för installation på färdiga torn.

Om man väljer att montera de enskilda delarna ute vid Stora Middelgrund, har man stor frihet vid val av tillverkningsplatser.

Vid ihopsättning och tillfällig förvaring av verkens delar på land kan det bli aktuellt med ett större etableringsområde i anslutning till någon av de närbelägna hamnarna.

Parkens byggnation kommer vidare att kräva några mindre etableringsområden för försörjning och andra aktiviteter som skall garantera en effektiv framdrift av projektet. Utöver detta tillkommer bl.a. utskeppning av ca 135 000 m<sup>3</sup> erosionskydd.

En preliminär inventering av svenska hamnar på sträckan mellan Landskrona i söder och Göteborg i norr pekar på goda möjligheter att efter vissa kompletteringar kunna etablera delar av ovannämnda verksamheter i Halmstads hamn. Hamnen har dels en kaj med ramfritt djup 11 m, dels i direkt anslutning till kajen stora ytor som skulle kunna användas av projektet.

## 7.2 Etablering under driftskedet

De anläggningar som sammansätts till sjöss, vindkraftverk, transformatorstationer och HVDC-light anläggning kommer att inkludera lager med den utrustning som krävs för parkens löpande drift och underhåll.

För större åtgärder krävs att ett reservdelslager etableras på land i nära anslutning till någon av hamnarna i området, se 7.1.2 ovan. Denna etablering kommer troligen att sammanfalla med etableringen av den anläggning som krävs för kontinuerlig övervakning av parkens drift.

Parkens yta inklusive ytterområden, en remsa om 100 m, kommer under driftskedet att uppgå till 59 km<sup>2</sup>, se [bilaga 6](#). Under driftskedet föreslås att parken samt dess ytterområden avlyses från trafik med större fartyg samt att ankringsförbud skall råda i anslutning till kabelförbindelsen med fastlandet. Avseende ett eventuellt ankringsförbud i parken, se 9.1.1.

## 8 Elanläggning

### 8.1 Anslutning till elnätet

Avseende anslutningen till stamnätet har tre olika alternativ studerats och inofficiella diskussioner förts med Svenska Kraftnät. De tre alternativen är anslutning till stamnätet sydost om Kungsbacka, vid Horred, anslutning till stamnätet vid Söderåsen samt anslutning till stamnätet vid Breared, strax öster om Oskarström.

Anslutningsalternativet Horred ger en betydligt längre sträcka mellan parken och anslutningspunkten och därmed också högre kostnader. Ringhalsproduktion på mer än 4 000 MW passerar Horred. Tillförsel av ytterligare produktion till Horred anses mindre lämplig.

Alternativet Söderåsen ger en 15-20 km längre sträcka. Alternativet innebär också att anslutningskablarna måste förläggas i större omfattning i närheten av tätbebyggelser än vid anslutningen till Breared. Vid Söderåsen styrs variationen av effektflödet mot Danmark till en stor del av annan vindproduktion vilket innebär att ökad import från Danmark sannolikt inträffar samtidigt med hög produktion på Stora Middelgrund.

Utförd studie av möjliga anslutningspunkter har resulterat i föreliggande förslag avseende anslutning av parken till det allmänna elnätet i Breared transformatorstation belägen ca 5 km öster om Oskarström.

Åtgärder i denna transformatorstation samt redovisning av kabelförläggningen på land kommer att hanteras i separata handlingar avseende tillstånd för landdelen av projektet.

### 8.2 Systemlösning

Vindkraftsparken består av 108 vindkraftverk på mellan 6 och 8 MW per aggregat, totalt med upp till ca 864 MW installerad effekt.

Vindkraftverken innehåller ställverk för 36 kV samt en transformering från 36 kV till den aktuella generatorspänningen i vindkraftverken.

36 kV kablar inom parken förläggs med 22 radialer med upp till 5 vindkraftverk på vardera ledning, se [bilaga 7](#). Ledningarna dras in till

uppsamlingspunkter med transformering till en anpassad spänning för HVDC-light eller likvärd teknik. En av dessa uppsamlingar sker på egen plattform för att minimera kabelängder och därmed förluster.

Transiteringen från parken till det publika stamnätet sker med högspänd likström av HVDC – light teknik eller likvärt. HVDC-light anläggningen är självkomunternade, dvs. skapar växelspanning själv. Den producerade energin överförs till likspänningssidan och vidare till land.

Denna systemlösning gör att vindkraftsparken inte är synkront hopkopplad med det nationella nätet. Det gör att många tekniska krav som normalt ställs på produktionsanläggningar för anpassning mot publika nätet inte är relevanta för vindkraftsparken. Nämnda krav gäller endast i anslutningen till nätet i Breared. På så sätt kan en god teknisk standard innehållas på anslutningen utan att vindkraftverken behöver utrustas med dessa funktioner och utrustningar.

## **8.3 Kablar**

### **8.3.1 Allmänt**

#### Landanslutning

HVDC-light förbindelsen utförs med dubbla kablar, plus och minus, vilket minimerar det elektromagnetiska fältet i anslutning till förbindelsen. Kablarna förläggs med ett inbördes avstånd på några decimeter.

Kablarnas längd uppgår till 2\*33 km för sjödelen och 2\*34 km för landdelen.

Kablarna når fastlandet mellan Särödal och Haverdal, strax norr om Halmstad.

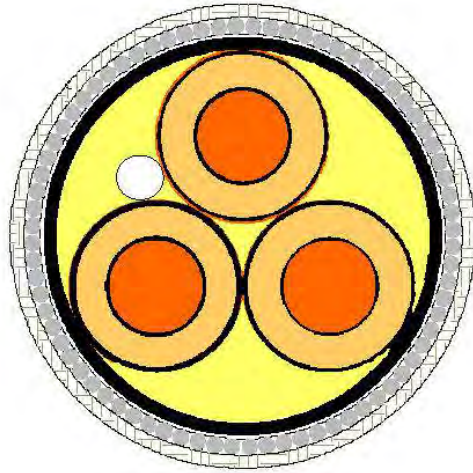
#### Övriga kabelinstallationer

Mellan vindkraftverken och transformatorstationerna installeras kablar med konstruktionsspänning 36 kV. Kablarna förläggs 1-2 m under havsbotten, antingen nergrävda, nerplöjda eller nerspolade.

Den totala längden av de 36 kV kablar som förläggs inom parken uppgår till ca 134 km. Utöver detta tillkommer ca 13 km kablar som installeras inne i kraftverken.

### 8.3.2 36 kV

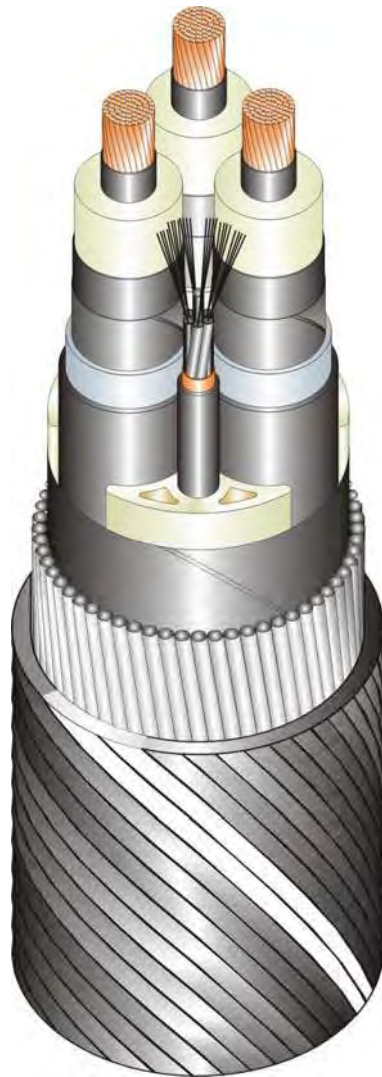
Preliminärt konstrueras kablarna dels med 3\*150, dels med 3\*240 mm<sup>2</sup> kopparledare. För att säkra kommunikation mellan kraftverken och fastlandet/övriga installationer kommer kablarna att inkludera en optokabel, se [figur 8.1](#) nedan. Kablarnas ytterskikt kompletteras med ett stålnät för att minimera omfattningen av eventuella skador under kablarnas drifttid.



*Figur 8.1. Principsektion, 36 kV kabel*

### 8.3.3 132 kV

Mellan transformatorstationerna och HVDC - anläggningen läggs ca 8 km sjökablar med konstruktionsspänningen 132 kV. Med de strömmar som förväntas (430 A) kommer dessa kablar troligen att inkludera 3\*1 000 mm<sup>2</sup> kopparledare. Även i dessa kablar skall en optofiber "vävas in" för att säkra kommunikation i parken och med fastlandet. Kablarnas konstruktion redovisas i [figur 8.2](#) nedan.



*Figur 8.2. Principsektion, 132 kV kabel*

#### **8.3.4 HVDC-light**

För att minimera det magnetiska fältet utförs HVDC-light med dubbla kablar. Sjøkabeln utförs med en 1 200 mm<sup>2</sup> kopparledare och landkabeln med en 1 400 mm<sup>2</sup> aluminiumledare. I samma sträckning som HVDC-light skall också optofiber förläggas för att säkra kommunikation med parken.

### 8.3.5 Materialåtgång

Den bedömda materialåtgången per meter kabel samt den totala materialåtgången för kablar i projektet redovisas i tabell 8.1 och 8.2.

Tabell 8.1. Bedömda materialkvantiteter per meter kabel

Material- beskrivning	Vikt kg/m kabel			
	36 kV	132 kV	HVDC - sjö	HVDC - land
Koppar	7,8	27,4	11,1	0,5
Bly	-	25,8	10,3	-
Stål	9,4	21,0	9,7	-
Aluminium	-	-	-	4,1
Polyeten	3,1	10,6	5,4	5,8
Bitumen	0,3	0,6	0,3	-
Polypropylene	0,7	1,2	0,7	-
PVC	2,0	5,0	-	-

Tabell 8.2. Den huvudsakliga materialåtgången för kablar i projektet

Material	Materialåtgången i ton, kablar				
	36 kV	132 kV	HVDC - sjödelen	HVDC - landdelen	Summa ton
	147 km	8 km	2*33 km	2*34 km	-
Koppar	1150	220	735	35	2140
Bly	-	210	680	-	890
Stål	1380	170	640	-	2190
Aluminium	-	-	-	280	280
Polyeten	460	85	355	395	1295
Bitumen	45	5	20	-	70
Polypropylene	100	10	45	-	155
PVC	300	40	-	-	340

## 8.4 Transformatorstationer

### 8.4.1 Funktion och teknisk utrustning

Uppsamlingsnätet med de 22 radiala ledningarna ansluts till transformatorstationerna i de 36 kV ställverk som finns i anslutning till transformatorerna. Trafogrupperna sammankopplas på en spänning som är anpassad till HVDC-light eller motsvarande.

Stationerna kommer att inkludera följande:

- Transformator, 200-300 MVA, (220)/36 kV.
- Kontrollutrustning med avbrottsfri kraft (110 V batterier, 100 Ah).
- Den perifera plattformen utrustas vidare med utrymmen för förråd och personal.

Ställverken levereras med SF<sub>6</sub>-gas inne i fackutrymmen. För 36 kV GIS-samlingsskena och 130 kV GIS-anslutningen mot transformatorn levereras SF<sub>6</sub>-gasen i tuber. Det kommer även att levereras några extra tuber SF<sub>6</sub>-gas.

Varje transformator kommer att levereras med ca 75 ton isolerolja. Någon reservolja kommer inte att finnas ute på plattformen. Behövs påfyllning skall den fraktas ut med båt.

#### **8.4.2 Huvuddimensioner**

Transformatorstationens huvuddimensioner blir ca 18 x 12 m i plan med höjden ca 13 m, se [bilaga 8](#).

#### **8.4.3 Transport och installation**

Transformatorstationerna installeras i princip på samma typ av fundament som vindkraftverken. Den bärande konstruktionen och transformatorhuset konstrueras troligtvis som egna enheter och installeras på fundamentet till havs med hjälp av ett kranfartyg.

#### **8.4.4 Drift**

GIS-ställverken är mycket lättsköta. Vart 10:e år behövs en genomgång av ställverket, (smörjning av manöverarmar och översyn).

Periodiska besök på stationerna kommer dock att krävas i början av driftskedet ca en gång per månad.

### **8.5 HVDC anläggning**

#### **8.5.1 Funktion och teknisk utrustning**

Utöver de två transformatorstationerna med totalt 150 ton olja och ställverk kommer plattformen att inkludera följande:

- HVDC anläggning inklusive bl.a. ca 10 000 krafttransistorer, torrisolerade reaktorer, filterkondensatorer och kylsystem för anläggningen.
- Gasisolerat ställverk för 130 – 400 kV, 3-6 fack.
- Lager med den utrustning som krävs för parkens löpande drift och underhåll.

- En helikopterplatta, mindre båt för transporter inom parken m.m.
- Personalutrymmen som lämpar sig för längre vistelse i parken.

Plattformens totala vikt inklusive de två transformatorstationerna kommer att uppgå till mellan 2 600 och 3 000 ton.

### 8.5.2 Huvuddimensioner

Anläggningen förläggs på en plattform som även kommer att inkludera två transformatorstationer. Plattformen som grundläggs på tre-fyra fundament kommer att förläggas i parkens sydöstra del.

HVDC - anläggningens huvuddimensioner blir ca 20 x 40 m i plan med höjden ca 25 m.

Plattformens totala storlek kommer troligen att uppgå till ca 26\*75 m, se [bilaga 9](#).

### 8.5.3 Transport och installation

Den plattform som kommer att inkludera HVDC-light anläggningen och transformatorstationerna installeras i princip på likadana fundament som vindkraftverken. Plattformen och transformatorhusen konstrueras som egna enheter och installeras till havs med hjälp av ett kranfartyg. HVDC-light anläggningen kommer att bestå av flera delelement, de större reaktorerna och omriktaren, vilka transporteras var för sig för installation på plattformen.

### 8.5.4 Drift

I början av driftskedet kommer HVDC-light anläggningen att behöva fortlöpande tillsyn med besök på plattformen minst en gång per vecka. En fulltidsbemanning av plattformen kan inte uteslutas i detta skede av projektet. Efter idrifttagning och en längre inkörningsperiod kan tillsynen begränsas till en gång per månad eller mer sällan.

## 9 Transport och installation av kablar

### 9.1 Sjøkabler

#### 9.1.1 36 och 132/220 kV kablar

Den eller de metoder (schakt, plöjning eller nerspolning) som kommer att väljas för installation av kablarna avgörs efter det att de preliminära geotekniska undersökningar som planeras vid Stora Mittelgrund har slutförts.

#### *Spolning*

Genom ett antal munstycken där vatten under högt tryck spolas ut "fluidiseras" bottenmaterialet (vatten och bottenmaterial blandas). Spolningen sker under kabeln och ner till ett specificerat djup. På grund av sin egentyngd sjunker kabeln ner genom blandningen av vatten och bottenmaterial.

Under spolningsoperationen kommer ett dike att bildas som storleksmässigt är beroende av hur mjuk botten är och vilket material botten består av. Genom att reglera trycket på vattnet i munstyckena kan man få ett relativt smalt dike även då botten är mycket mjuk.

Grumlingen av vattnet är beroende av bottenmaterialets sammansättning. En botten med mycket inslag av lera grumlar mer än en grovkornig sandbotten. Jämfört med ett grävt dike så ger metoden upphov till mindre grumlighet.

I samband med nerspolningen av kablar berörs sjöbotten endast temporärt och inom ett begränsat område.

#### *Plöjning*

Metoden är väl beprövad på land och har nu utvecklats för offshore förhållanden. Metoden medför en temporär störning av botten inom ett begränsat område.

Grumlingen av vattnet i samband med detta arbete är mycket begränsad.

#### *Schakt*

Den volym material som berörs (dikets tvärsnittsarea) måste hanteras

två gånger, dvs. både vid schakt och vid återfyllning. Jämfört med plöjning och nerspolning ger metoden betydligt större grumlighet.

Vid schakt placeras kablarna direkt på dikets schaktbotten och täcks därefter med de massor från grävningen som sparats vid sidan om diket. Eftersom inga överskottsmassor kommer att tas upp kommer detta att ge en lokal överhöjning av sjöbotten med ca 5 cm. Eventuella storstenar/block kommer i samband med arbetet med kablarna att lämnas på sjöbotten vid sidan om sträckningen för dessa kablar.

Kablarna i parken kommer att installeras på ett djup av 1,0 m under havsbotten. Installationsdjupet kombinerat med ankringsförbud samt att kablarna utförs med stålarmert ytterhölje ger ett effektivt skydd av dessa kablar.

Väljer man att inte ha ett ankringsförbud inom parken kommer kablarna att installeras på ett djup av ca 2,0 m under havsbotten. Detta alternativ medför något ökade kostnader för projektet och mera omfattande störningar (mera sedimentspridning, längre utförandetid) under byggtiden.

Den totala volym schaktmassor som kan komma att hanteras vid installationen av kablarna inom parken kan komma att uppgå till 75 000 m<sup>3</sup>. Detta bygger på en mycket konservativ bedömning av de lokala grundförhållandena och förutsätter att minst 50 % av alla kablar installeras i schaktade diken.

### 9.1.2 Landanslutningen, HVDC-light

Landanslutningens totala längd, de sjökablar som förläggs mellan parken och fastlandet, uppgår till ca 33 km. Landanslutningen, 2 st HVDC-light kablar eller motsvarande som förläggs mellan parken och fastlandet, kommer att spolas eller plöjas ner mellan 1 och 2 m i sjöbotten. Vid ogynnsamma förhållanden då mycket hårt material påträffas i sjöbotten förläggs de aktuella delarna av landanslutningen i ett grävt dike. Slutgiltigt ställningstagande avseende omfattningen av schakt- respektive nerspolnings-/nerplöjningsarbeten kommer att göras efter utvärderingen av materialegenskaper hos bl.a. den veckade lera som finns i området.

Vid schakt placeras kablarna direkt på dikets schaktbotten och täcks därefter med de massor från grävningen som sparats vid sidan om diket. Eftersom inga överskottsmassor kommer att tas upp kommer detta att ge en lokal överhöjning av sjöbotten med 5 á 10 cm. Ytterligare överhöjning av sjöbotten i anslutning till landanslutningen

kan bli aktuell p.g.a. överskottet från installationen/borringen för fundamenten enligt kapitel 5.7 ovan. Eventuella block kommer i samband med arbetet med sjökabeldiket att lämnas på sjöbotten vid sidan om sträckningen för kablarna.

Ankringsförbud föreslås gälla i anslutning till landanslutningen.

Den totala volym schaktmassor som kan komma att hanteras vid installationen av landanslutningen kan komma att uppgå till 55 000 m<sup>3</sup>. Detta förutsätter att stora delar av landanslutningen förläggs i schaktat dike.

## **9.2 Transport av kablar för installation**

### **9.2.1 HVDC-light**

Kablarna kommer av viktskäl att lastas direkt på ett läggningsfartyg vid fabriken, som tillverkar kabeln, för att därefter transporteras ut till läggningsplatsen i Kattegatt. Båttransporter kan bli mer eller mindre långa beroende på valet av leverantör.

### **9.2.2 Sjøkabler 36 och 132/220 kV**

Om leveransen av kablarna sker i större längder, lastas kablarna direkt på ett fartyg vid den fabrik som tillverkar kabeln. Transporten kan ske direkt med läggningsfartyget till läggningsplatsen eller med en fraktbåt som transporterar kabeln till en lämplig hamn där omlastning sker till läggningsfartyget. Se också 7.1.2 ovan. Båttransporter kan även i det här fallet bli mer eller mindre långa beroende på valet av leverantör.

Om leveransen av kablarna sker i dellängder, kommer dessa först att transporteras på trumma med lastbil eller mindre fraktbåt till lämplig hamn, varefter omlastning sker till läggningsfartyg eller pråm.

## 10 Schakt och borrhingsarbeten

Baserat på tillgängliga uppgifter görs nu en bedömning att schakt/muddring för kablar eventuellt kommer att utföras i områden där bottenmaterialet utgörs av veckad lera, se också [bilaga 3](#) som visar bottenmaterial i parken och i landanslutningens sträckning.

Den totala volymen av detta schakt inkl. volym material som eventuellt tas upp i samband med installationen av / borrhningen för fundament kan komma att uppgå till 180 000 m<sup>3</sup> fördelad på de olika partierna av sjödelen enligt [tabell 10.1](#).

Tabell 10.1. Möjlig volym schakt

Beskrivning	Läge	Volym m <sup>3</sup>
Borring för fundament	Utanför Sveriges territorialgräns	50 000
Anläggningar/kablar inom parken	Utanför Sveriges territorialgräns	75 000
Landanslutning/ HVDC-light	Delen utanför Sveriges territorialgräns	15 000
Landanslutning/ HVDC-light	Delen innanför Sveriges territorialgräns	40 000
<b>Sjödelen totalt</b>	-	<b>180 000</b>

## 11 Lokala förhållanden

### 11.1 Hydrografiska förhållanden

Aktuella hydrografiska förhållanden vilka också ger de preliminära förutsättningarna för dimensionering av parkens anläggningar har redovisats i DHI rapport "Preliminary Design data for Foundation Design" daterad september 2005, se [flik 7](#).

#### 11.1.1 Extrema våghöjder

Vågförhållanden vid Stora Middelgrund har beräknats med hjälp av DHI:s vågmodell MIKE 21 NSW som täcker stora delar av Kattegatt.

De vindhastigheter som tillämpats för de olika vindriktningarna, N, NE, E, SE, S, SW, W och NW har hämtats från "Windatlas for Denmark". Det skall observeras att såväl vind- som vågriktningar redovisade i DHI:s rapport och i denna sammanfattning redovisas som "kommande från".

Vattendjupet i området har hämtats från tillgängliga data/sjökort.

Beräkningarna har gjorts för två lägen med olika vattendjup och i omedelbar närhet av Stora Middelgrund. Dessa har vid en vindstyrka på upp till 28-29 m/s, dvs. med återkomsttid på 100 år, gett maximala våghöjder vilka uppgår till mellan 5,2 och 8,2 m. Den största våghöjden inträffar vid västliga (W) – sydvästliga (SW) vindar och uppgår till ca 8,0 m. Våghöjden ökar något med ökat vattendjup.

#### 11.1.2 Strömningsförhållanden

Observerade strömningsförhållanden och vattennivåer i Östersjön, i danska inre vatten, i Kattegatt, Skagerak och i Nordsjön har sammanställts av DHI och sedan hanterats i en tredimensionell hydrodynamisk modell under många år. Samma modell används av DHI för upprättande av prognoser vilka bl.a. inkluderar vattennivåer och strömningsförhållanden. Dessa prognoser levereras två gånger/dag och täcker normalt de sex efterföljande dagarna.

Framtagna uppgifter har baserats på data från Stora Middelgrund enligt observationer som gjorts under hela 2004. Strömningsritningar i den redovisning som gjorts av DHI och som anges i denna

sammanfattning redovisas som strömningar "mot/til". Redovisade uppgifter avser två lägen med olika vattendjup och i omedelbar närhet av Stora Middelgrund. Det konstateras att den förhärskande strömningsriktningen är mellan NE och SE med större hastigheter i riktningen mot SE. Simuleringen visar att de högsta strömningshastigheter som uppträdde under 2004 är 0,83 respektive 0,7 m/s inom området med vattendjupet 13 respektive 23,5 m.

### 11.1.3 Extrema vattennivåer

Utförd analys av extrema vattennivåer med 100-års återkomsttid baseras på de observationer som genomfördes under perioden mellan den 1 januari 2004 och den 29 augusti 2005, se också 11.1.1 ovan. Analysen har gjorts utan att beakta de långtidsändringar i vattennivåerna som kommer att förorsakas av klimatologiska ändringar men med beaktande av tidvatten, och de av vind förorsakade vattenändringarna i detta område. Vidare har den faktor som gäller i inre danska vatten vid jämförelsen av vattennivåer med hundra- och ettårs återkomsttider (1,5) beaktats.

Vattennivåer med 100-års återkomsttid uppgår baserat på det ovannämnda till:

- Högsta vattennivån +1,1 m över medelvattenytan
- Lägsta vattennivån - 0,9 m under medelvattenytan

### 11.1.4 Extrema isförhållanden

Utförda analyser bygger dels på temperaturer under perioden 1906-2001, dels på isobservationer som gjorts vid ett stort antal stationer i Danmark under perioden mellan vinterhalvåret 1929/30 – 1997/98. Dessa observationer har bedömts tillämpbara även i den svenska delen av Kattegatt.

Analyserna enligt ovan har gett en bedömning av extrema isförhållanden enligt tabell 11.1.

Tabell 11.1. Extrema isförhållanden

Återkomsttid	10 år	50 år	100 år
Istjocklek (m)	0,40	0,56	0,61

### 11.1.5 Vindförhållanden

Vindförhållanden på Stora Middelgrund kan jämföras med de som observerades på observationsstationen Nidingen. Kumulativa vindfrekvenser (% av tiden) framtagna av SMHI för Nidingen under 1982-2005 har sammanställts i tabell 11.2.

Tabell 11.2. SMHI, kumulativa vindfrekvenser (% av tiden) för Nidingen 1982-2005

m/s	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summa
≥18	0.03	0.02	0.01	0.10	0.30	0.10	0.26	0.16	0.98
≥15	0.16	0.10	0.06	0.45	1.06	0.48	0.91	0.60	3.84
≥12	0.72	0.60	0.44	1.66	3.11	2.19	2.89	1.74	13.35
≥9	2.13	2.01	2.20	4.43	6.44	6.27	6.70	3.83	34.00
≥0.5	8.45	8.66	10.23	12.22	14.80	17.09	16.39	10.98	98.82

Kommentarer:

a) Vindfrekvenstabellen visar förekomst av vindobservationer (% av tiden) större än 9, 12, 15 och 18 m/s fördelade på 8 vindriktningar (N, NE, E etc). Vid en vindhastighet mindre än 0.5 m/s anges lugnt. Underlaget till tabellen baserar sig på 8 dagliga vindobservationer.

b) Med vindriktning menas den riktning varifrån vinden blåser. Vinden avser medelvinden under 10 minuter på nivån 10 m över mark.

c) Ur tabellen framgår bl.a. att vindhastigheten är högre än eller lika med 12 m/s under 13.35 % av tiden (summerat över alla vindriktningar).

### 11.1.6 Vattendjup

Vattendjupet i anslutning till de föreslagna vindkraftverken varierar mellan drygt 14 och 31 m. Endast enstaka vindkraftverk, 7 stycken, kommer att förläggas inom området med vattendjup mindre än 20 m. Det maximala vattendjupet för förläggning av ett kraftverk uppgår till ca 31 m. Medelvattendjupet i anslutning till kraftverken uppgår till ca 25 m.

Vattendjupet i detalj redovisas dels i Marin Mätteknik AB:s rapport "Stora Middelgrund, Batymetrisk och geofysisk bottenundersökning MMT ID 50822" daterad 051010, rev 2, flik 15, dels i bilaga 10.

## 11.2 Bottenförhållanden

### 11.2.1 Ytgeologisk beskrivning

Ytsedimenten i parkområdet är varierande men med en klar dominans av grövre sediment i de grundare delarna, bitvis med tunna ytlager av sand. De dominerande enheterna uppe på grundet är sand och grus, delvis med större block i enheten, morän och ytor med blandade grövre sediment. Längre ut från grundet blir sedimenten finkornigare med sand- och siltområden som gradvis övergår till lera/mjuk lera. Det skall noteras att de presenterade ytgeologiska sedimenten ofta är tunna lager avsatta på en underliggande enhet av annan karaktär.

### 11.2.2 Bottenstrukturer och blockförekomster

I området finns flera distinkta bottenformer påverkade av olika bottenprocesser.

#### Sandripplar

Sandripplar är ofta förekommande, vilket indikerar transport av ytsediment i området. Det största sammanhängande området med sandripplar återfinns på den södra-sydöstra flanken av grundet.

#### Större block på annat sediment än morän

Större block är ofta förekommande i området även på andra sedimenttyper än morän.

Ofta finns block representerade i flera områden i anslutning till eller i närheten av moränområdena. Oftast är detta på sand- och grusområden men även delvis i sand- och siltområden.

Blockstorlekarna varierar men de block som lokaliserats och storleksbestämts i samband med genomförda undersökningar, flik 15, är typiskt ca 1-1.5 meter men blockhöjder på upp till 4 meter har uppmätts.

### Ryggar och ryggssystem

I området finns ett flertal ryggformationer. I norr finns ett mindre område som visar på ryggformationer i huvudsaklig SV-NO. Dessa utgörs av morän alternativt omarbetad morän. Formationerna sträcker sig upp till 5 meter ovan kringliggande botten.

Sydost om Stora Middelgrund återfinns sand/grus - ryggar med en höjd strax under 1 meter över kringliggande botten. Dessa sträcker sig i en huvudsaklig SO-NV riktning med fem huvudsakliga upphöjningar mellan 1.5 – 2 km långa.

Den grundare delen av Stora Middelgrund (< 20 m vattendjup) domineras av grova sediment med block i ytan alternativt morän. De ytliga jordlagren och den underliggande interglaciala/äldre glaciala enheten utgör ett mönster med distinkta avlånga ryggstrukturer i varierande riktning.

Den grundare delen av området avgränsas från 20 meterskurvan och grundar upp till ca 12 meter. Ryggstrukturerna på den norra sidan sträcker sig i nästan nord-sydlig riktning. I söder bryts de av den huvudsakliga formationen som sträcker sig i nästan rak väst-östlig riktning. På botten av formationen finns ett område med distinkta cirkulära hålformer typiskt med en diameter på ca 20 meter och ett djup ca 2 meter från kringliggande botten. Vid dessa områden finns det underliggande, hårt packade, lera/silt sedimentet delvis synligt i ytan. De skålformade hålen är förmodligen spår av sand/grus sugning av tidigare exploaterat område.

### **11.2.3 Miljöprovtagningar**

Under januari 2006 togs bottenprover ut dels vid Stora Middelgrund, i parkens planerade läge, dels längs den planerade sträckningen för landanslutningen mellan Stora Middelgrund och fastlandet. Provtagningen utfördes i 13 punkter, M01-M13. Under mars togs ännu ett bottenprov ut, punkt, M14. Se också bilaga 11 och flik 9.

Proverna M11-M14 har tagits ut längs den planerade kabelsträckningen, innanför territorialgränsen. Proverna M01-M10 är tagna utanför territorialgränsen.

All provtagning utfördes som störd provtagning. De uttagna proverna är samlingsprov och består för varje läge av samlingsprov från minst tre närbelägna punkter.

Proven analyserades med avseende på tungmetaller, alifatiska och aromatiska kolväten, polyaromatiska kolväten (PAH) och tennorganiska föreningar. Resultat från utförda analyser redovisas under [flik 10](#).

En jämförelse med Naturvårdsverkets avvikelseklasser för förorenade sediment visar i samtliga fall ingen eller liten påverkan.

### 11.3 Arkeologi

Hittills genomförda undersökningar pekar på att förekomsten av fornlämningar i det område som direkt berörs av den planerade utbyggnaden är begränsad.

Några boplatser är inte kända. Positionen av dokumenterade vrak har redovisats i [bilaga 13](#). Bland dessa märks den 103 m långa ångbåten Ostmark som sänktes i april 1945 under de allierades flyganfall på den tyska konvoj som var på väg till Köpenhamn. Ostmark ligger innanför territorialgränsen, ca 9 km norr om landanslutningen.

Geo E. Benson, ett 30 m långt vrak efter en tysk trålare, ligger drygt 1 km utanför parkens nordöstra spets och på ett drygt 50 m djup. Geo E. Benson sänktes 1918 av den engelska flottan.

Sonne s/s, en drygt 30 m lång tysk trålare, sänktes 1917 av engelsk flotta. Vraket ligger i närheten av parkens västra gräns.

I närheten av Sonne ligger stålvraket efter det 65 m långa fartyget Express. Under Express ligger resterna av ett mindre trävrak Ocean S/S som förläste 1855. Vraken ligger på ca 25 m djup. Express ligger i parkens västra gräns vilket också verifierades i samband med de mätningar som genomfördes under september 2005, se [figur 11.1](#) nedan.



*Figur 11.1. Vraket efter fartyget Express påträffat i parkens västra gräns*

## 12 Påverkan

### 12.1 Påverkan på lokala förhållanden

#### 12.1.1 Intrång

Parkens totala area, inklusive den 100 breda säkerhetszonen uppgår till ca 59 km<sup>2</sup>.

Genom fundamenten och det tillhörande erosionsskyddet i anslutning till fundamenten tar de nya anläggningarna i anspråk ca 0,15 km<sup>2</sup> eller knappt 0,25 % av sjöbotten i parken. Denna yta motsvarar 0,13 % av det område som omfattar både delar av Stora Middelgrund och Röde bank och som nu föreslås som Natura 2000 område.

#### 12.1.2 Övrig påverkan på sjöbotten

Kablarna i parken och mellan parken och fastlandet kommer där så är möjligt att spolas ner till mellan 1 och 2 m under sjöbotten. Metoden kallas "Mass Flow Excavation" eller Flow Dredging" och är väl beprövad sedan 1970-talet. Sjöbotten påverkas endast temporärt och det endast på en begränsad yta. Alternativet till nerspolning av kablarna är nerplöjning eller schakt. Schakt kan bli aktuellt i begränsade delar av parken med mycket hårt material.

I detta skede av projektet görs en bedömning att endast ca 15 % av bottenmaterialet eventuellt kan kräva andra metoder än nerspolning eller nerplöjning vid förläggning av kablarna.

Det bedöms att den genomsnittliga remsan av sjöbotten som påverkas av kommande arbeten med kablarna inte kommer att överstiga 2 m per meter kabel i parken respektive 3 meter mellan parken och fastlandet.

Den totala ytan sjöbotten som berörs av kabelinstallationer enligt ovan har sammanställts i tabell 12.1.

Tabell 12.1. Sammanställning, övrig påverkan på sjöbotten

Delen	Kabellängd km	Påverkan per meter kabel m <sup>2</sup>	Summa påverkan km <sup>2</sup>
Parken	142	2	0,28
Landanslutningen utanför territorial- gränsen	8	3	0,024
Landanslutningen innanför territo- rialgränsen	24,5	3	0,073
<b>Totalt, avrundat</b>			<b>0,4</b>

## 12.2 Sedimentspill under byggtiden

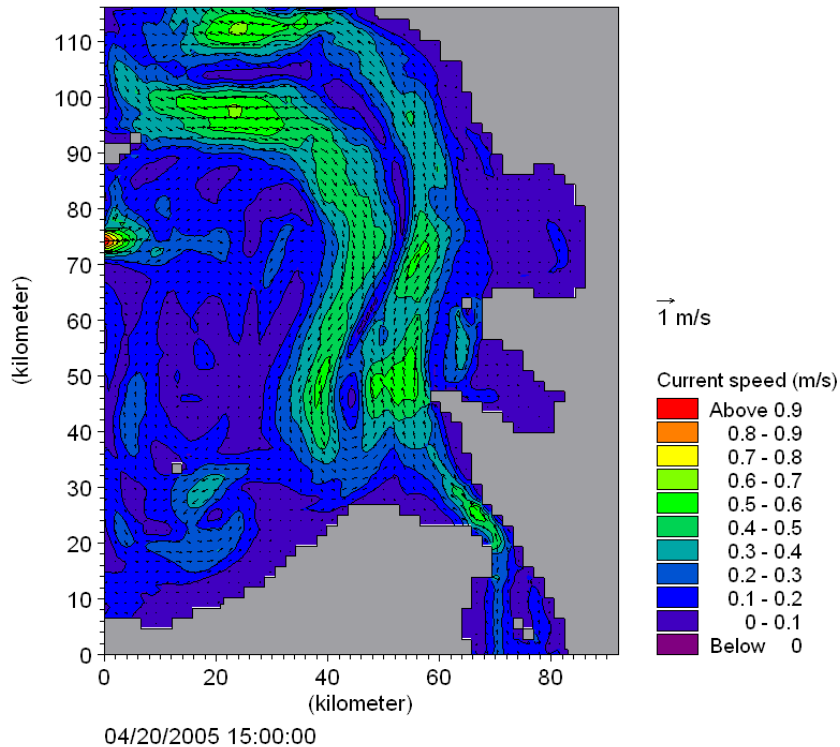
### 12.2.1 Allmänt

Simuleringarna av spridningen av det muddringsspill som uppstår vid breddningen av oljehamnsrännan har gjorts med hjälp av den tredimensionella modellen MIKE 3.

Modellen har utvecklats av Dansk Hydraulisk Institut (DHI), se också [flik 8](#), och tillämpats för ett stort antal studier inklusive de studier som har genomförts både innan, under och efter byggandet av Öresunds-förbindelsen.

Modellen arbetar med tidsberoende tredimensionella strömningsförhållanden och beaktar batymetri (vattendjup), variationer i salthalten, temperaturvariation och externa krafter, dvs. vind och vågrörelser. Den aktuella modellen täcker ett område av 10 881 km<sup>2</sup>. Ca 7 400 km<sup>2</sup> av detta område utgörs av öppet vatten (Kattegatt). Meteorologiska och hydrografiska data använda i modellen har hämtats från den regionala modellen "Vandutsigten".

De strömningshastigheter som tillämpats vid utförda beräkningar har hämtats från tidigare studier utförda av DHI. Nämnade hastigheter redovisas i figur 12.1 nedan.



Figur 12.1. Strömningshastigheter

### 12.2.2 Förutsättningar

De utförda simuleringarna bygger på verkliga förhållanden enligt observationer och mätningar utförda under en 2 veckor lång period under våren 2005, mellan den 15 och 30 april.

Utförda simuleringar avser en 14 dagar lång period enligt ovan. Den framtagna sedimentspridningen har därefter multiplicerats med en faktor som ger en sedimentspridning motsvarande den planerade schaktperioden.

De schaktarbeten som kan bli aktuella i projektet har antagits pågå under dagtid, 12 timmar/dag, och med en kapacitet av 1 000 m<sup>3</sup>/dag (1 970 ton).

Beräkningarna förutsätter att kornstorleken hos det muddrade materialet är mindre än 63 µm.

Sedimentspillet som normalt uppgår till 3 - 4 % av den totala volymen har getts ett konservativt värde 5 % innebärande ett totalt spill av 99 ton/12 timmar. Vid en andra simulering dubblerades mängden spill till 200 ton/12 timmar för att kontrollera effekten av ökad schaktkapacitet.

### 12.2.3 Resultat

Sedimentspill har simulerats vid utsläpp i åtta olika punkter, fem inom parken och tre i anslutning till kabelförbindelsen mellan parken och fastlandet. Alla källor till spridning har bestämts ligga i vattenskiktet strax över sjöbotten. Erhållna resultat ger "worst case" för detta arbete då modellen arbetar med en förutsättning att allt spill sker i en punkt och ej längs t.ex. ett ledningsschakt.

Utförd studie visar att sedimentkoncentrationerna i schaktområdena normalt kommer att ligga under 2 mg/l vilken halt också anses vara synbarhetsgräns för sedimentspill. Sedimentet kommer att ackumuleras lokalt, i anslutning till utförda schaktarbeten. Den ackumulerade tjockleken kommer normalt att ligga under 1 mm och troligen stanna där fram till perioden med kraftiga vattenrörelser vilka bl.a. uppstår i samband med höststormarna.

### 12.2.4 Effekter av sedimentspridning i samband med schaktarbeten

Bottenssubstratet i anslutning till parkområdet vid Stora Middelgrund karaktäriseras av grov kornstorlek, mestadels sand och skalgrus. Utsjöbankens strömmar och det exponerade läget skapar en hög vattenomsättning. Sammantaget medför dessa förhållanden att mängden suspenderat material blir liten och det kan fastslås att sedimenteringen över botten blir av mindre betydelse. Eventuella effekter av sedimentspridningen blir mycket temporära och förväntas inte nå utöver det direkta närområdet för varje schakt/boringsplats.

Fisk och rörlig bottenfauna kan undvika platser med förhöjda halter av suspenderat material, men även fastsittande bottenfauna väntas undgå bestående påverkan på grund av den höga vattenomsättningen. Några negativa effekter på alger, fisk och bottenfauna är inte att förvänta. Då sillens rom utsätts för sedimentationen bör emellertid de arbeten som ger sedimentspridning undvikas under mars-maj.

## 12.3 Övrig påverkan

Den area som kommer att tas i anspråk av parken används idag både för yrkesfiske, fritidsfiske och av dykare.

### 12.3.1 Parken

#### Vattenhastigheter m.m. under driftskedet

Parkens fundament kan komma att påverka vattnets olika skikt vilket kan resultera i en ökad blandning av skikten (salthalt och temperatur) i direkt anslutning till fundamenten.

Tidigare undersökningar visar att fundamenten också medför påverkan på vattenströmningen. Denna kan komma att ändras med 3 – 5 % i anslutning till fundamenten.

#### Ankring

Två alternativa scenarier avseende ankring i parkområdet är möjliga.

##### Alternativ ankringsförbud

Ett ankringsförbud skulle innebära att nuvarande aktiviteter inom parkområdet i princip måste flyttas till andra ställen.

Ett ankringsförbud gagnar således denna del av Stora Middelgrund som ett område med goda reproduktionsmöjligheter. Ett ankringsförbud innebär också ökad säkerhet för installationer samt viss kostnadsbesparing då det blir fullt tillräckligt att placera kablarna på ett djup av 1 m.

##### Alternativ tillåten ankring

Tillåten ankring inom området innebär fortsatt fiske med övriga aktiviteter samt krav på att kablarna i området spolats, plöjs eller grävs ner till 2 m under sjöbotten. Risken för eventuella skador på kablarna ökar jämfört med alternativet ankringsförbud.

#### Oljud och fiskförekomst

Driftljud från vindkraftverk har under höga vindstyrkor beräknats kunna skrämra fisk inom mycket korta avstånd (< 5 från fundamenten). Driftljudet har samma frekvenser som fartygsbuller och har enligt mätningar vid Utgrundets vindpark visats bli överröstat av förbipasserande fartyg. Vid befintliga vindkraftsparker i drift påträffas ett brett urval av fiskarter, som torsk och skarpsill. Risken för att driftljudet påverkar förekomsten av fisk i en vindkraftspark är osannolik.

### **12.3.2 Landanslutningen**

Ankringsförbud inom en ca 200-300 bred korridor måste under alla förhållanden råda i anslutning till den kabel som kommer att förbinda parken med fastlandet. Förbindelsens säkerhet får inte äventyras och denna kabel kommer dels att skyddas av ett ankringsförbud och spolas, plöjas eller schaktas ner till 1 á 2 m djup under sjöbotten.

## 13 Riskanalys

### 13.1 Allmänt

De riskanalyser och -bedömningar som har utförts för havsbaserade vindkraftsparker bygger dels på statistiska uppgifter om olika typer av fartygsolyckor, dels på registreringar och uppskattningar av fartygsrörelser i och i anslutning till de områden som berörs av respektive parketablering.

#### Metodik

Då dessa riskbedömningar görs på olika sätt blir resultaten inte jämförbara. Ett led i att undanröja detta är det av Energimyndigheten beviljade stöd till Sweden offshore wind AB för genomförande av "Kriegers flak – Pilotprojekt vindkraft" som inkluderar delen "risker och osäkerhet" och som fram till och med 2010 bl.a. skall ge en samlad bild av framtagna resultat från riskanalyser och den metodik som nyttjats för genomförande av desamma. Med detta som underlag skall projektet kritiskt granska och utveckla en generell metodik, generellt tillämpbar för vindkraftsetablering till havs.

#### Underlagsmaterial

Det underlag som använts för de riskanalyser som utförts för ett stort antal olika anläggningar till havs inkluderar ofta tillgänglig statistik inkl. registreringar och uppskattningar av fartygsrörelser. På senare tid har denna information kompletterats med direkta observationer som baseras på AIS.

AIS-rapportering är under utveckling i Sverige och internationellt. Sjöfartsverket beräknar att under senhösten 2006 ha upphandlat ett datorprogram för att kunna få information från AIS om exakta flöden av sjöfarten. Detta är ett led i ett uppdrag som utförs av Sjöfartsverket i enlighet med regeringsbeslut 2005-12-15, "Regleringsbrev för budgetåret 2006 avseende Sjöfartsverket inom utgiftsområde 22 kommunikationer".

## 13.2 Riskanalys Stora Middelgrund

Enligt tillgängliga uppgifter från Sjöfartsverket är fartygstrafiken kring den föreslagna vindkraftsparken Kriegers Flak ca tre gånger större än trafiken kring vindkraftsparken vid Stora Middelgrund och trafiken i anslutning till Kriegers Flak omfattar generellt fartyg med större tonnage än de vid Stora Middelgrund. Stora Middelgrund omfattar ett område av 5 900 ha och Kriegers Flak omfattar ett område av 5 700 ha.

Riskanalysen genomförd för den sistnämnda parken visar på en kollisionsfrekvens av 0,004 kollisioner per år sammantaget för fartyg under normal framdrift och drivande fartyg, motsvarande en statistisk period på 251 år mellan två kollisioner förutsatt att inga speciella riskreducerande åtgärder vidtas.

Utifrån det ovannämnda anser Sjöfartsverket enligt samtal med Sven-Åke Blomén att de kollisionsrisker som blir aktuella vid Stora Middelgrund ej ligger över den frekvens som gäller förhållandena vid Kriegers Flak.

Universal Wind Offshore AB kommer vidare att hålla en dialog med Sjöfartsverket för att i samråd med dem genomföra de studier och de åtgärder som krävs för att säkerställa säkerheten för sjöfarten vid Stora Middelgrund.

## 14 Avveckling

### 14.1 Allmänt

Projektets sista fas efter vindkraftsparkens livstid innebär att parken med dess anläggningar avvecklas. Avvecklingen kommer att inkludera följande:

- Tornen, turbinerna och rotorbladen demonteras och fraktas iland.
- De delar av fundamenten som ligger ovan sjöbotten kapas och fraktas iland tillsammans med övergångsstyckena.
- Håligheter i kvarlämnade delar av fundamenten fylls med lämpligt material.
- Tidigare utfört erosionsskydd lämnas kvar.
- Alla kablar tas bort och fraktas iland. Kablarna sönderdelas och sorteras för återvinning/förbränning.
- Torn och fundament delas i bitar lämpliga för transport till återvinning.
- Kraftverken plockas itu och olika material sorteras.

### 14.2 Återanvändning av material

Rotorblad och andra delar av glasfiber kan idag inte återanvändas, men de kan brännas (återvinning av energi).

Stål, koppar, aluminium och andra metaller kan säljas som skrot.

### 14.3 Kostnader

Den totala kostnaden för avveckling av parken har bedömts uppgå till ca 100 miljoner kronor i 2005-års prisnivå.

I den ovannämnda kostnaden ingår avvecklingskostnader inklusive demontering och borttransport av fundament, torn och turbiner med rotorblad, borttagande av kablar, uppeldning av glasfiber samt fyllning av håligheter i kvarlämnade delar av fundamenten. Avvecklings-

kostnaderna har reducerats med restvärdet som utgörs av skrotpriset för stål och koppar samt av skrotpriset för elkablar. Den totala mängden stål och koppar i kablar, torn och fundament har beräknats till 2 190 respektive 2 140 ton. Utöver dessa mängder tillkommer bl.a. material från turbiner och från transformatorstationer.

## 15 Kontrollprogram

### 15.1 Miljö

Syftet med denna del av kontrollprogrammet är att klargöra hur miljöeffekter och konsekvenser av projektet utvecklas i förhållande till förutsägelser som görs i MKB:n.

#### 15.1.1 Naturmiljön

##### *15.1.1.1 Bottenflora och bottenfauna*

Bottenflora och bottenfauna inventeras före anläggandet av parken i den omfattning som behövs för att bestämma vilka organismer och organismsamhällen som finns i området. Försöket planeras så att transekter från vindkraftverken kan följas upp både före och efter anläggningen med hypotesen att bottenflora och bottenfauna närmast verken är starkt påverkad av anläggningsarbetena och införandet av nya strukturer men att effekten avtar snabbt med avståndet.

##### *15.1.1.2 Fisk och skaldjur*

Fisk- och skaldjurspopulationer kartläggs kvalitativt och kvantitativt före anläggningsarbetena genom provfiskemetoder som utformas så att de går att upprepa även när vindkraftverken är på plats. Kartläggningen upprepas ca 2 år efter att verken är på plats när omedelbara störningar från byggtiden kan förväntas ha upphört.

Tillgängliga data från andra undersökningsprogram bör användas för att kontrollera tidstrender som är oberoende av parken.

Utöver ovanstående generella kartläggning designas en riktad undersökning som syftar till att kartlägga effekten av införda hårda strukturer i form av fundament, erosionsskydd och verkens delar under vatten på fisk och skaldjurspopulationernas kvantitativa och kvalitativa sammansättning och fördelning, den så kallade "reffeekten".

### **15.1.1.3 Marina däggdjur**

Det pågår i dansk regi forskningsprojekt med satellitspårning av sälrar från Anholt för att kartlägga sälrars rörelsemönster.

Projekt Stora Middelgrund föreslås delta i den pågående spårningsverksamheten för att belysa frågeställningen om sälrars rörelsemönster inom parkområdet under både bygg- och drifttiden.

Ett liknande upplägg föreslås avseende DMU:s satellitspårning av tumlare.

### **15.1.1.4 Fågel**

Beträffande effekter på fåglar finns omfattande kunskap om förbiflyttande sjöfågel. Sträckande sjöfåglar förmår att undvika vindkraftverken och senare återgå till ordinarie rutt. De kolliderar ytterst sällan med vindkraftverken vilket också gäller fåglar som uppehåller sig i parken eller dess nära omgivning.

Från Horns rev finns preliminära resultat som tyder på att vissa arter undviker parken. I samrådet har från Halmstads ornitologiska förening påpekats att stora mängder landfåglar passerar Kattegatt särskilt i samband med mildluftsinsbrott på våren vilka ofta är förknippade med dålig sikt.

Kattegatt i allmänhet och utsjögrunden i synnerhet hyser vintertid betydande koncentrationer av vissa marina fågelarter med atlantisk utbredning. Några av dessa arter, t.ex. tordmule har betydande vintertillhåll bland annat på Stora Middelgrund.

Särskilda studier föreslås därför avseende övervintrande fågelbestånd på Stora Middelgrund och deras rörelsemönster och beteende inom parkområdet såväl före som under byggtiden samt under drifttiden.

Särskilda studier kommer också att göras för att kartlägga vårsträckande landlevande fågelarters beteende på väg förbi parken. Dessa studier kan inskränkas till driftfasen då dessa fåglars nuvarande sträckbeteende över Kattegatt bedöms vara tillräckligt välkänt bland ornitologer.

## 15.1.2 Mänskliga aktiviteter

### 15.1.2.1 Yrkesfisket

Det bedrivs ett relativt omfattande yrkesfiske på och omkring Stora Middelgrund. Därtill förekommer fiskebåtstrafik till, från och mellan fiskeplatser. Fiskets art- och omfattning före och efter parkens etablering genomförs som en del av kontrollprogrammet. Bland annat är det viktigt att kartlägga om fiske med fasta redskap ökar på bekostnad av flyt- och bottentrålning.

### 15.1.2.2 Friluftslivet

Fritidsfiske och sportdykning förekommer i området vilket bland annat manifesteras i länsstyrelsens utpekande av områdets som riksintresse och samrådsyttrande från Falkenberg's Dykarklubb. Området trafikeras också av nöjesglare.

Omfattningen av dessa aktiviteter kartläggs.

### 15.1.2.3 Visuell påverkan och attityder till projektet

Den visuella påverkan har samband dels med betraktarens inställning till vindkraft, dels med betraktarens förhållande till olika observationsplatser. Inom synhåll men på stort avstånd finns kustområden och platser som traditionellt har stor betydelse för turism och friluftsliv.

Ett urval av dessa aspekter görs till föremål för attitydundersökningar som genomförs med beteendevetenskaplig metodik i samråd med expertis på området.

## 15.2 Risker för kollision

Ett kontrollprogram kommer att i samråd med Sjöfartsverket framtas dels för att minimera riskerna för att fartyg kolliderar med vindkraftsparken, dels för att lindra konsekvenserna vid en inträffad olycka.

Kontrollprogrammet skall verifiera att beräknade risker inte underskattats.

Kontrollprogrammets innehåll kommer i tillämpliga delar att styras av de krav som är kopplade till av myndigheter givna tillstånd.

Följande åtgärder kan förutsättas:

- Föreskrifter om avspärning, säkerhetszoner och rekommenderade fartygsleder
- Utmärkning av området och vindkraftverken
- Information
- Trafikövervakning
- Beredskap vid eventuella olyckor

Kontrollprogrammet kommer att upprättas i två utgåvor anpassade efter bedömda risker dels under byggskedet, dels under driftskedet.

Ett väsentligt inslag i kontrollprogrammet blir en kontinuerlig uppföljning av fartygstrafiken i vindkraftsparkens närområde.

## **16 Bemanning**

### **16.1 Byggskedet**

De anläggningar som kommer att etableras under byggskedet, krävs dels för lagring av materiel till konstruktioner, av kablar, erosions-skydd m.m., ihopsättning av aktuella konstruktioner, ren försörjning av organisationen samt lagring och utskeppning av aktuellt materiel.

Då det i detta skede inte är klart vilken andel av ihopsättningen som kommer att göras i anslutning till någon av de närliggande hamnarna, görs det endast en försiktig bedömning avseende den organisation som kommer att krävas till sjöss och på land under driftskedet. Denna bedöms uppgå till 40 á 50 personer exklusive den personal som kommer att arbeta med tillverkningen av olika komponenter på andra ställen i Sverige eller i andra länder.

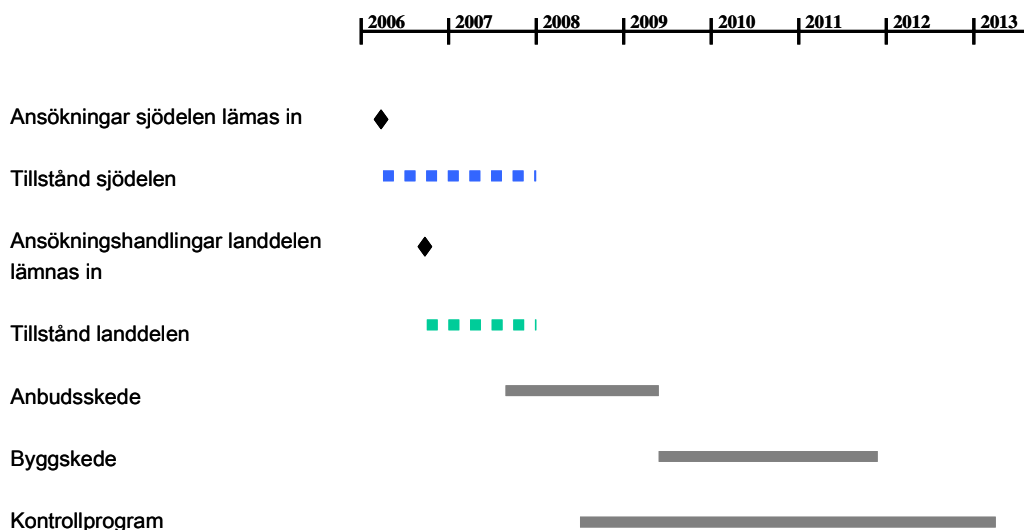
### **16.2 Driftskedet**

Med hänsyn tagen till det stora antalet verk kommer parkens drift att kräva fortlöpande tillsyn med i princip dagliga besök i parken. HVDC-light anläggningen och transformatorstationerna kommer troligen att kräva besök minst en gång per månad.

Åberopande det ovannämnda kan en fulltidsbemanning av den plattform som kommer att inkludera HVDC-light anläggningen eller annan likvärd utrustning inte uteslutas i detta skede av projektet. Denna samt bemanning av anläggningen på land, reservdelslager och av ett kontrollrum, bedöms i detta skede av projektet kräva en organisation med ca 20 heltidstjänster.

## 17 Tidplan

En preliminär tidplan för projektet redovisas som bilaga 12.  
Tidplanens huvudaktiviteter ges i figur 17.1 nedan:



Figur 17.1. Huvudaktiviteter i projektets tidplan

### Geotekniska undersökningar

Tillstånd för preliminära geotekniska undersökningar i parkområdet bedöms föreligga under våren. Undersökningarna kommer att genomföras under 2006, snarast möjligt efter det att tillstånd erhållits.

### Tillstånd

Ansökan om de tillstånd som krävs för genomförande av landdelen beräknas kunna ske i slutet av september 2006.

Regeringens tillstånd för projektet i sin helhet inklusive tillstånd för aktuell vattenverksamhet m.m. borde kunna föreligga under 2007.

### Anbudsskede

Prekvalificering av lämpliga leverantörer, upprättande av förfrågningsunderlag och upphandling av de entreprenader som blir aktuella i projektet beräknas pågå under perioden hösten 2007 till årsskiftet

2008 – 2009. Starten av denna aktivitet kommer att styras av tillståndsprocessens framdrift.

### Byggskede

Byggskedet består av tre delaktiviteter:

- **Tillverkning.** Denna delaktivitet omfattar tillverkning av fundament, torn och turbiner och beräknas pågå under en period av ca 15 månader, från början av 2009 till första kvartalet 2010.
- **Byggande.** Anläggningsarbeten tillhörande projektet beräknas starta i augusti - september 2009, snarast efter perioden för sillens och rödspottans lek. Byggandet pågår sedan fram till och med första kvartalet 2011. Ett uppehåll görs för de mest bulleralstrande arbetena under andra kvartalet 2010.
- **Idrifttagande.** Parken tas fortlöpande i drift med trolig start under våren 2010. Hela parken bör vara ansluten till nätet senast i mitten av 2011.

### Kontrollprogram

Det kontrollprogram som sammanfattas i kapitel 15 ovan beräknas påbörjas ca ett år innan starten av anläggningsarbeten. Kontrollprogrammet fortsätter sedan under uppförandet av anläggningarna, fram till och med första kvartalet 2011. Kontrollprogrammet avslutas sedan med en uppföljning som pågår under en tvåårsperiod, t.o.m. början av 2013.

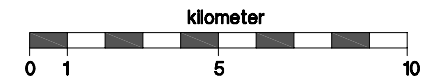
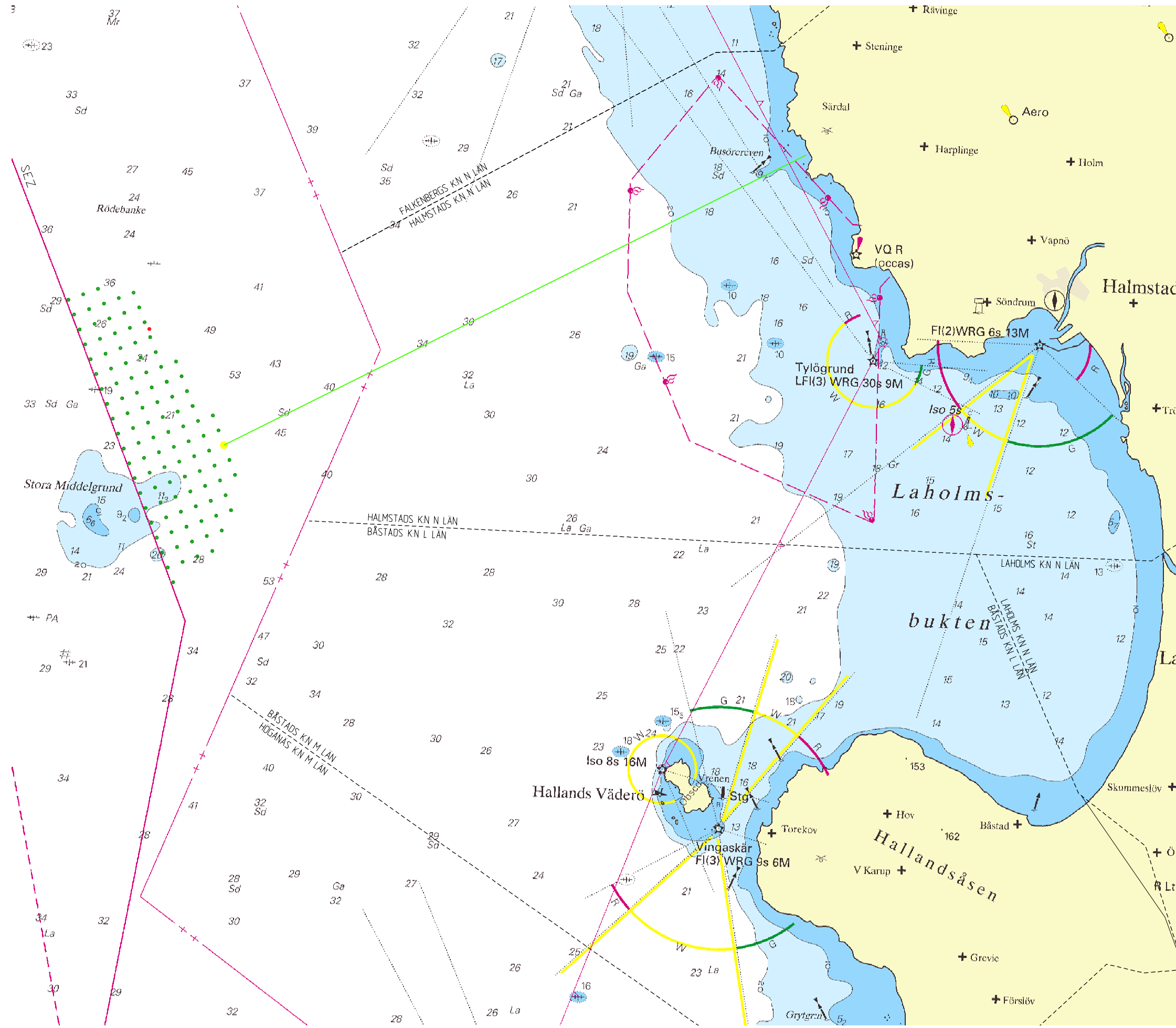
## 18 Kostnader

Den totala kostnaden har beräknats till mellan 12 och 15 miljarder kronor i 2005-års prisnivå och exklusive lagstadgad mervärdesskatt. Drygt 50 % av kostnaden avser tillverkning, transport och installation av kraftverk. Kostnaden för grundläggning av kraftverken uppgår till ca en fjärdedel av kostnaden. De slutliga kostnaderna kommer att styras av rådande grundförhållanden, vald typ av grundläggning m.m.

Kostnaden för avveckling av parken bedöms uppgå till ca 100 Mkr. Kostnaden beaktar återvinning av material, huvudsakligen stål och koppar, till dagens världsmarknadspriser.

Förklaringar

- Föreslaget vindkraftverk
- Föreslagen transformatorstation
- Föreslagen plattform med HVDC anläggning med två transformatorer
- Kabel HVDC-light



Sjökort 92:  
Copyright Sjöfartsverket  
tillstånd nr 05-02005

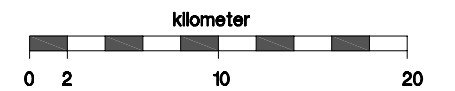
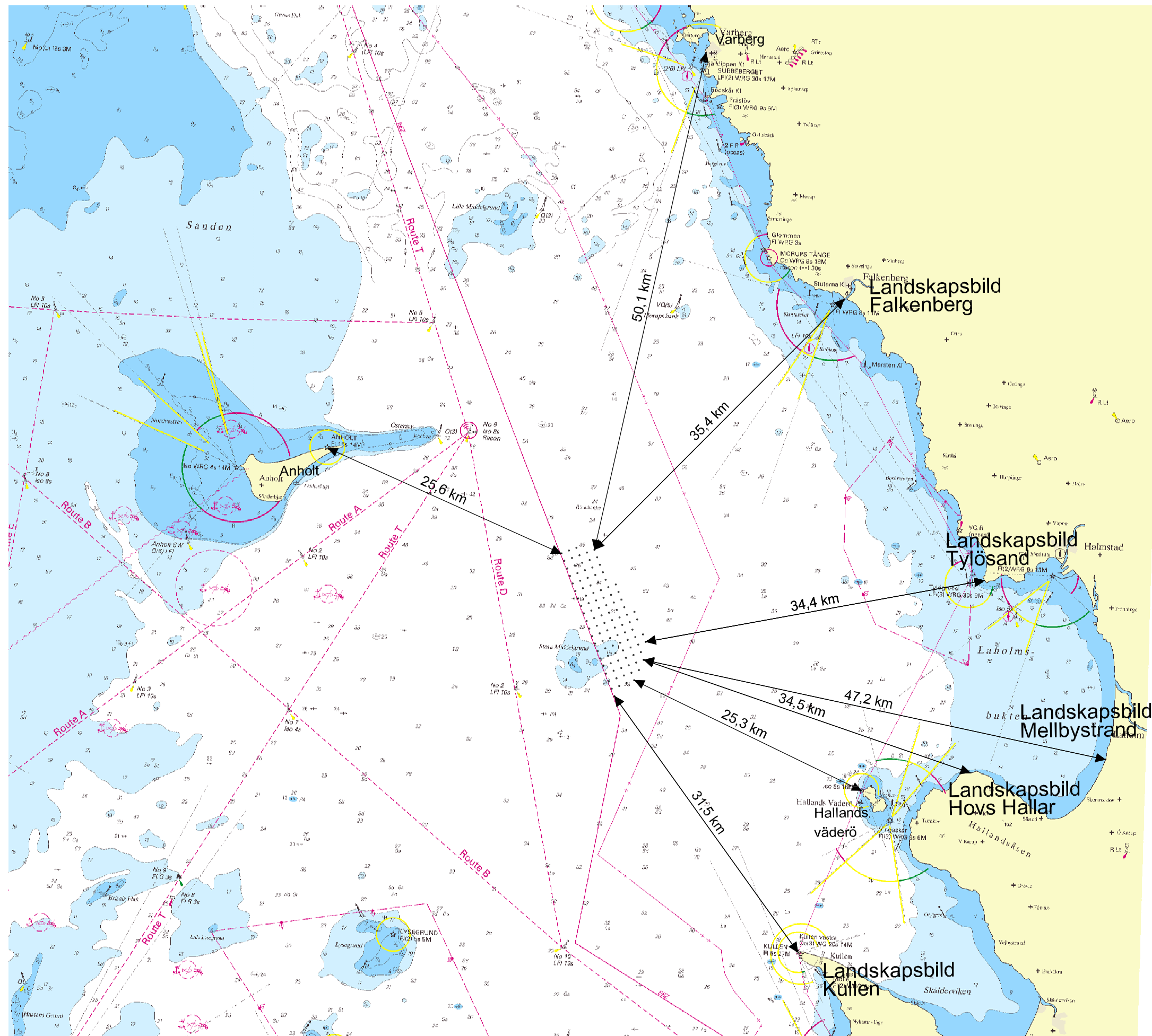


Stora Middelgrund, vindkraftspark

Parkens läge och layout  
Översikt

Teknisk beskrivning  
2006-04-12

A3 Skala 1:200 000  
Nr: RICPL0001



Sjökort 92:  
Copyright Sjöfartsverket  
tillstånd nr 05-02005



**Stora Middelgrund, vindkraftspark**  
Avstånd från vindkraftsparken till land  
och till platser varifrån landskapsbild redovisas

Teknisk beskrivning  
2006-04-12

A3 Skala 1:400 000  
Nr: RICPL0002

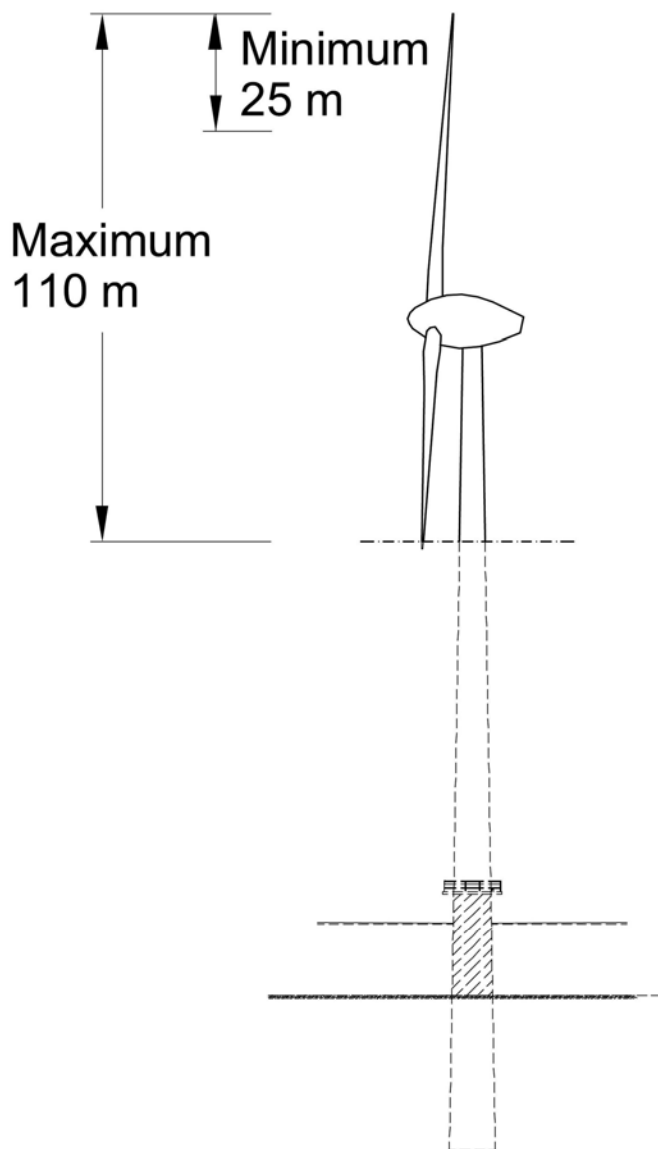
## BILAGA 2.2

### Till Teknisk beskrivning

Stora Middelgrund Vindkraftspark

2006-04-12

## Landskapsbild, Falkenberg



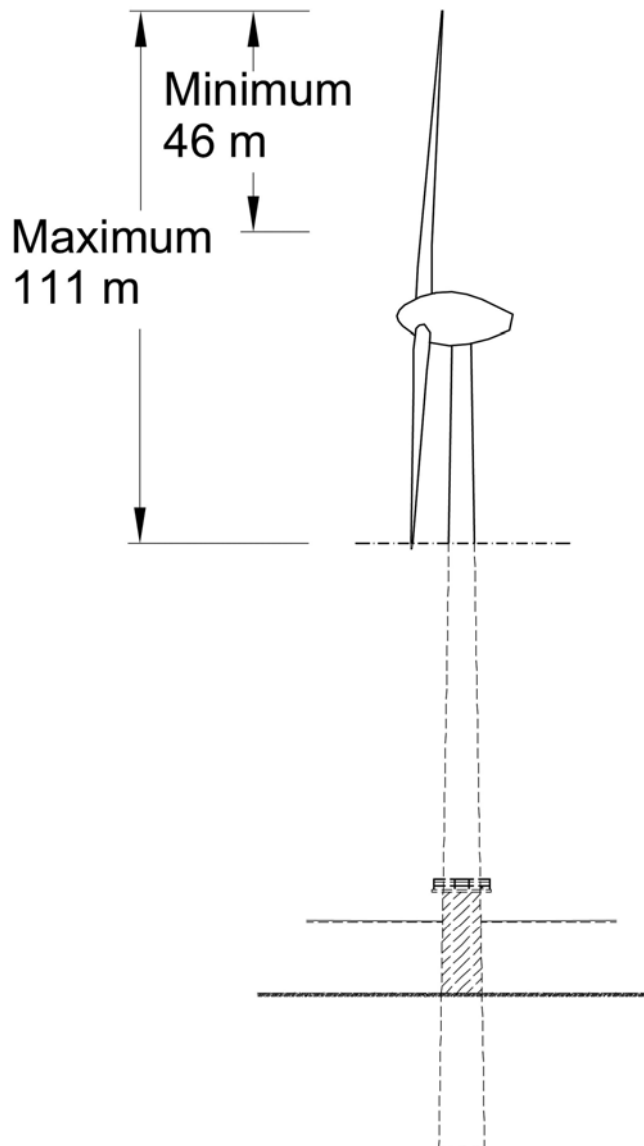
## BILAGA 2.3

Till Teknisk beskrivning

Stora Middelgrund Vindkraftspark

2006-04-12

### Landskapsbild, Hovs Hallar



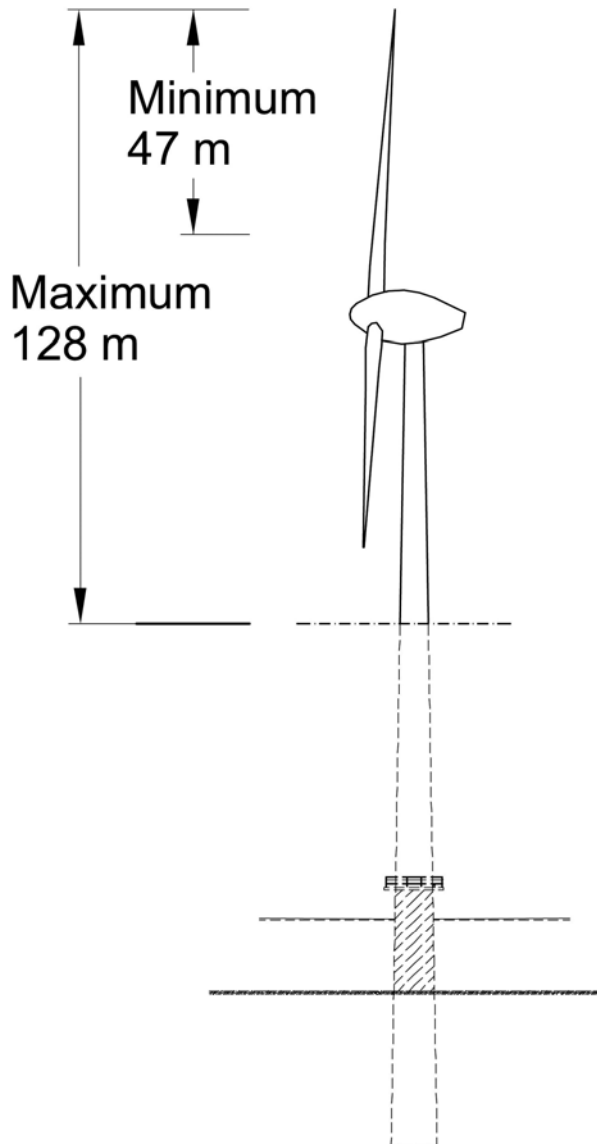
## BILAGA 2.4

Till Teknisk beskrivning

Stora Middelgrund Vindkraftspark

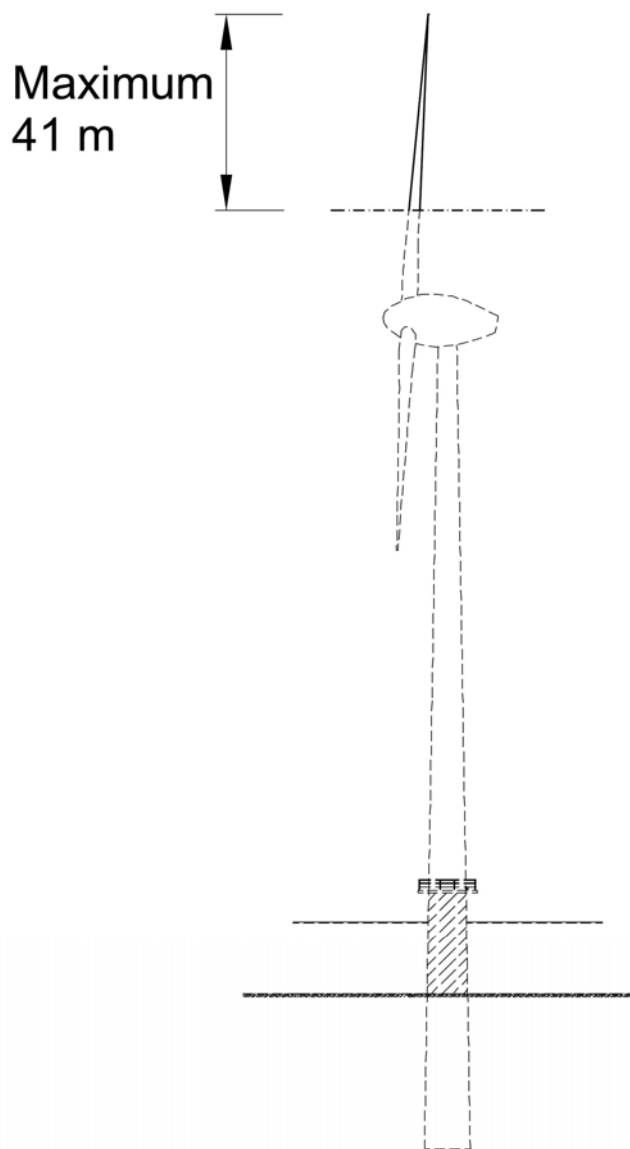
2006-04-12

### Landskapsbild, Kullen



2006-04-12

## Landskapsbild, Mellbystrand



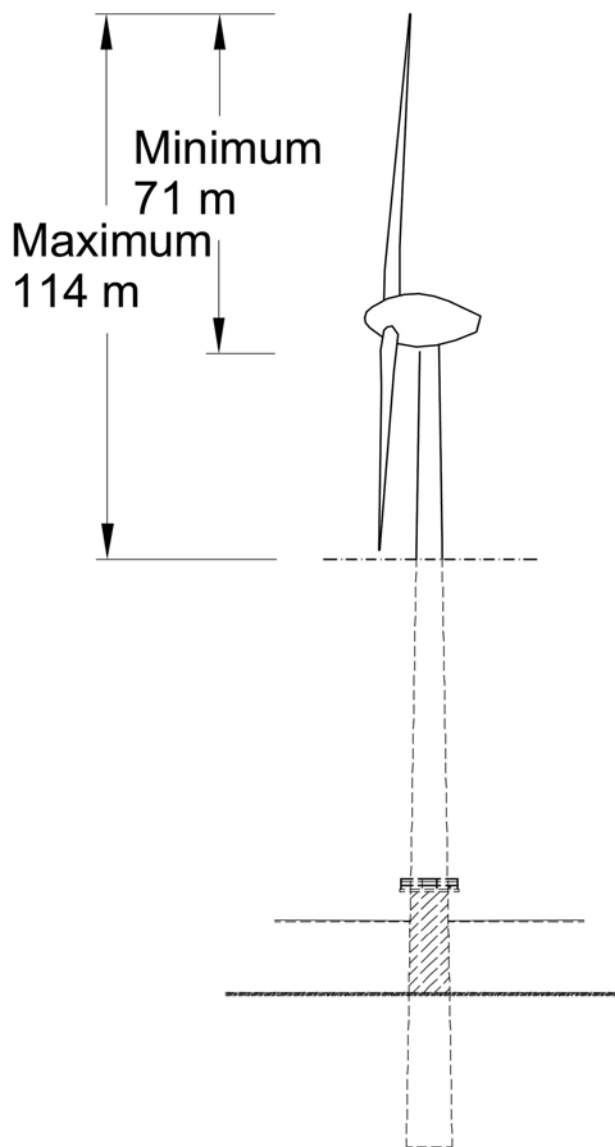
## BILAGA 2.6

Till Teknisk beskrivning





Stora Middelgrund Vindkraftspark

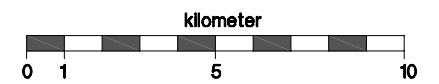
2006-04-12

### Landskapsbild, Tylösand



Förklaringar

-  Sand/silt, ~ 30 %
-  Boulder clay, ~ 10 %
-  Clay, ~ 56 %
-  Till, ~ 4 %



Sjökort 92:  
Copyright Sjöfartsverket  
tillstånd nr 05-02005



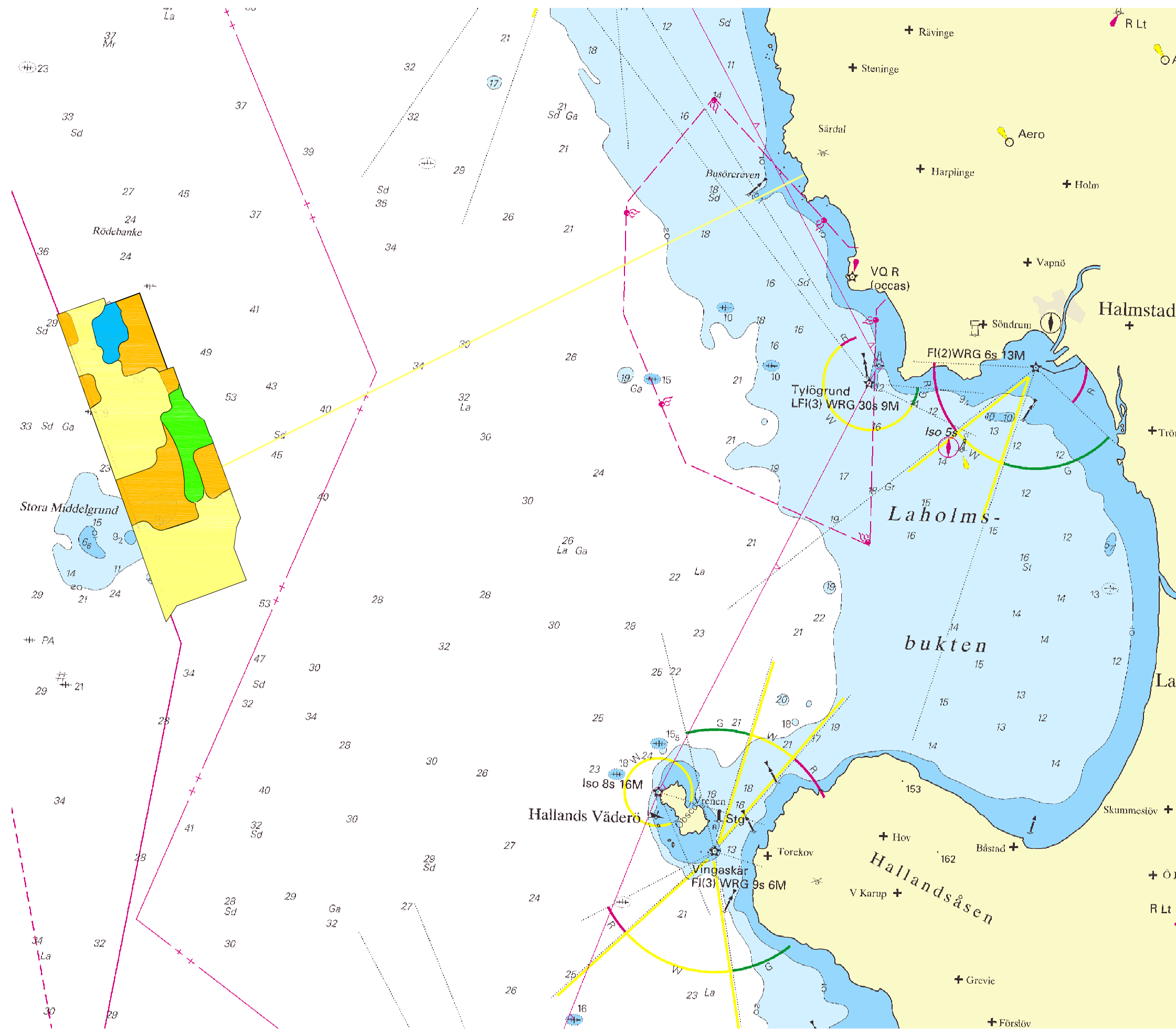
Universal Wind

Stora Middelgrund, vindkraftspark

Bottenmaterial

Teknisk beskrivning  
2006-04-12

A3 Skala 1:200 000  
Nr: RIGPL0002



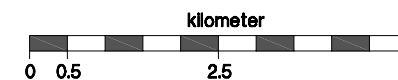
2006-04-12

## Märkning av vindkraftverken



Förklaringar

- Avlysningsområde, inkluderar:
  - Parkens yta samt 250 m korridor utanför de yttersta verken = 64.8 km<sup>2</sup>
  - 300 m bred korridor för landanslutning



Sjökort 92:  
Copyright Sjöfartsverket  
tillstånd nr 05-02005

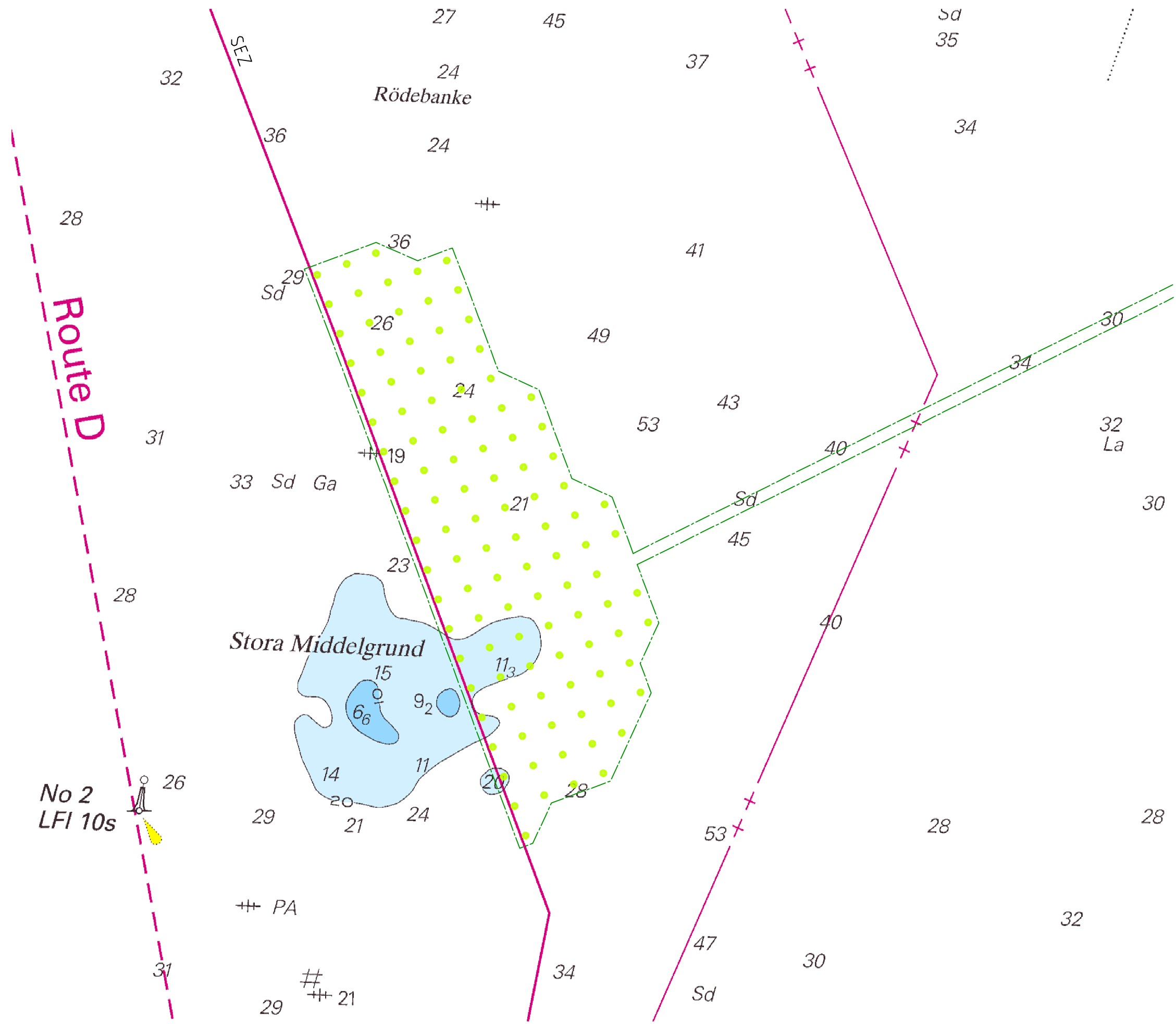


Universal Wind  
Stora Middelgrund, vindkraftspark

Avlysningsområde under byggskedet

Teknisk beskrivning  
2006-04-12

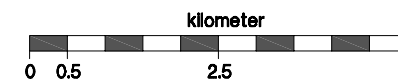
A3 Skala 1:100 000  
Nr: RICPL0005





Förklaringar

- Föreslaget vindkraftverk
- Föreslagen transformatorstation
- Föreslagen plattform med HVDC anläggning med två transformatorer
- Kabel 36 kV
- Kabel 136 kV
- Kabel HVDC-light
- Höjdkurva -25 meter



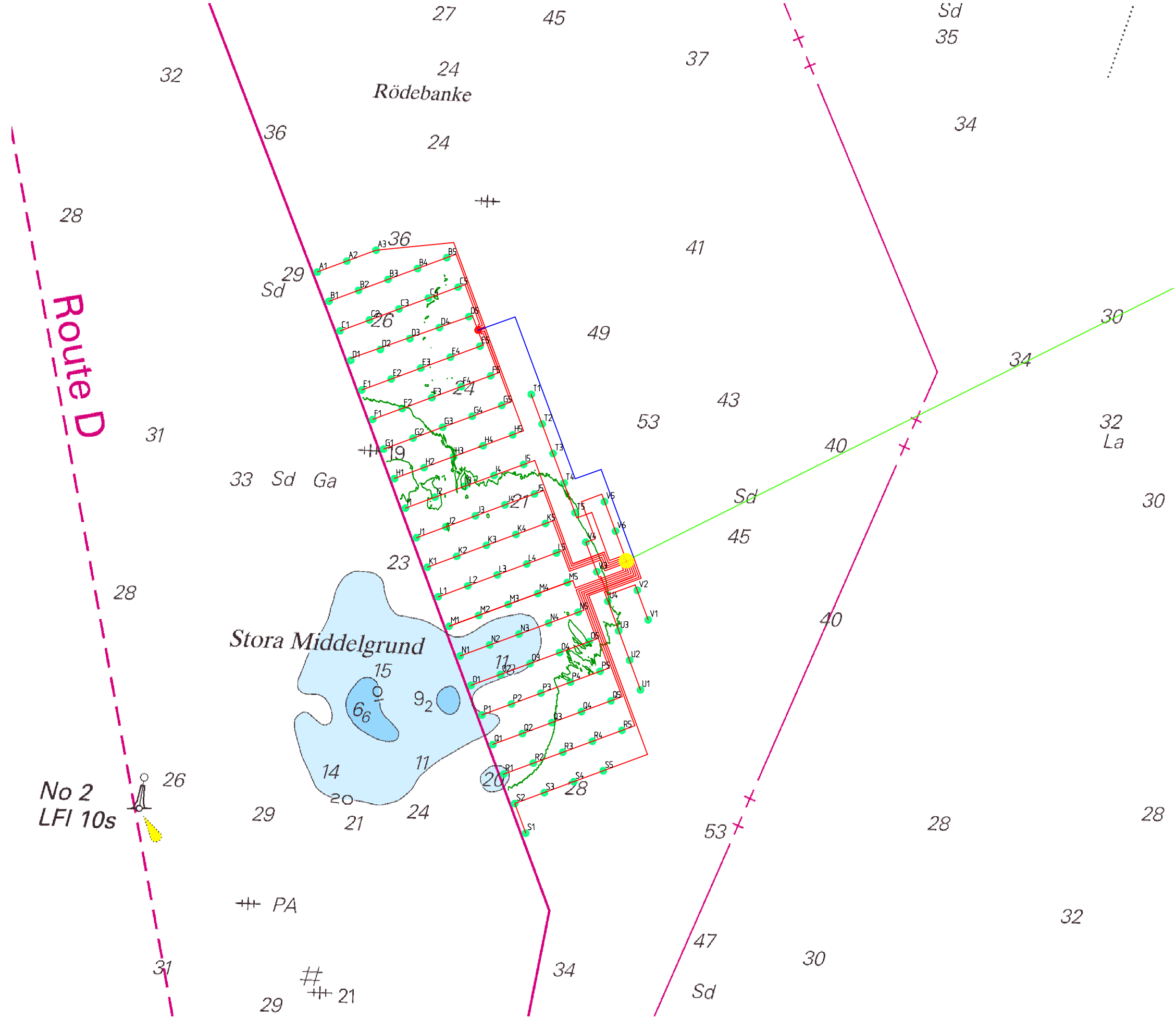
Sjökort 92:  
Copyright Sjöfartsverket  
tillstånd nr 05-02005



Universal Wind  
Stora Middelgrund, vindkraftspark  
Föreslagen kabeldragning

Teknisk beskrivning  
2006-04-12

A3 Skala 1:100 000  
Nr: RIEPL0004



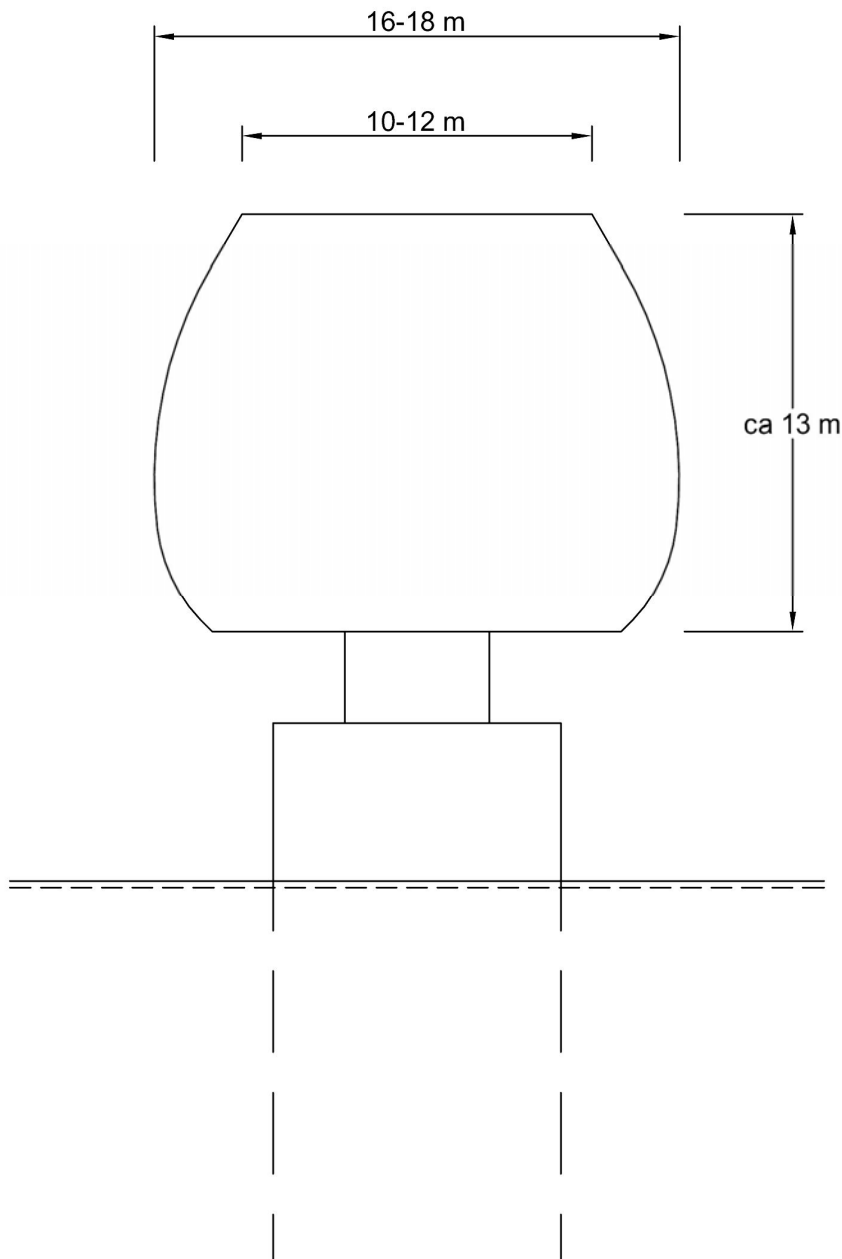
# BILAGA 8

## Till Teknisk beskrivning

Stora Middelgrund Vindkraftspark

2006-04-12

## Transformatorstation, principutförning



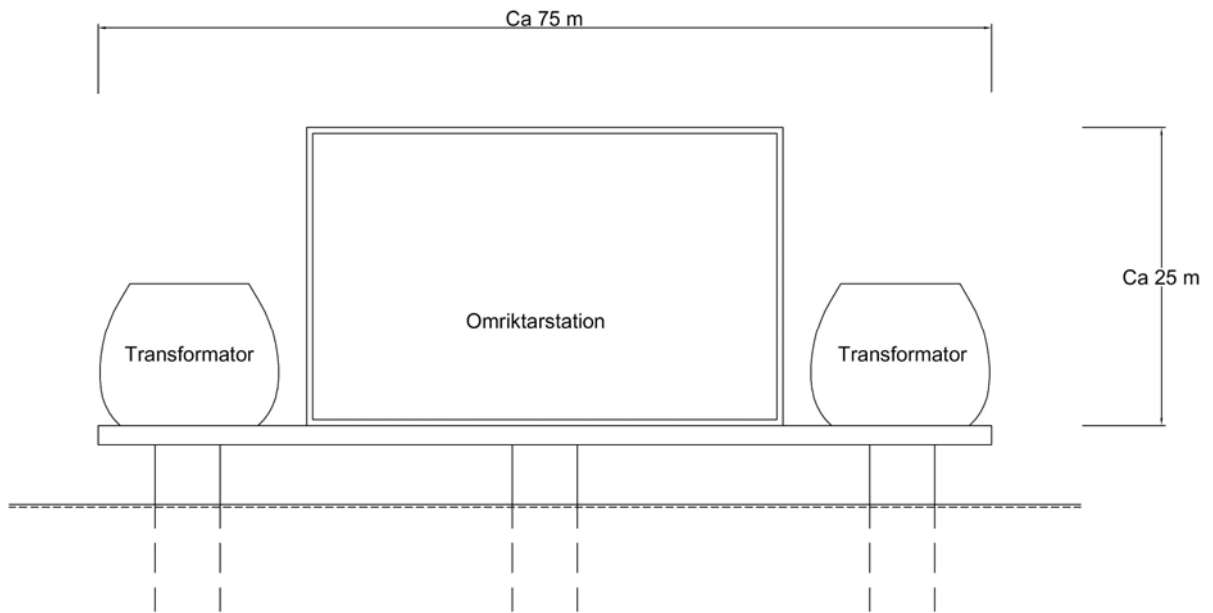
# BILAGA 9

## Till Teknisk beskrivning


Stora Middelgrund Vindkraftspark

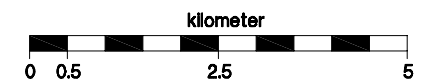
2006-04-12

## Plattform med omriktarstation och två transformatorer, principutförning



Förklaringar

-  Yttre gräns för vindkraftsparken
- Höjdkurvorna har en ekvidistans på 5 m



Sjökart 92:  
Copyright Sjöfartsverket  
tillstånd nr 05-02005

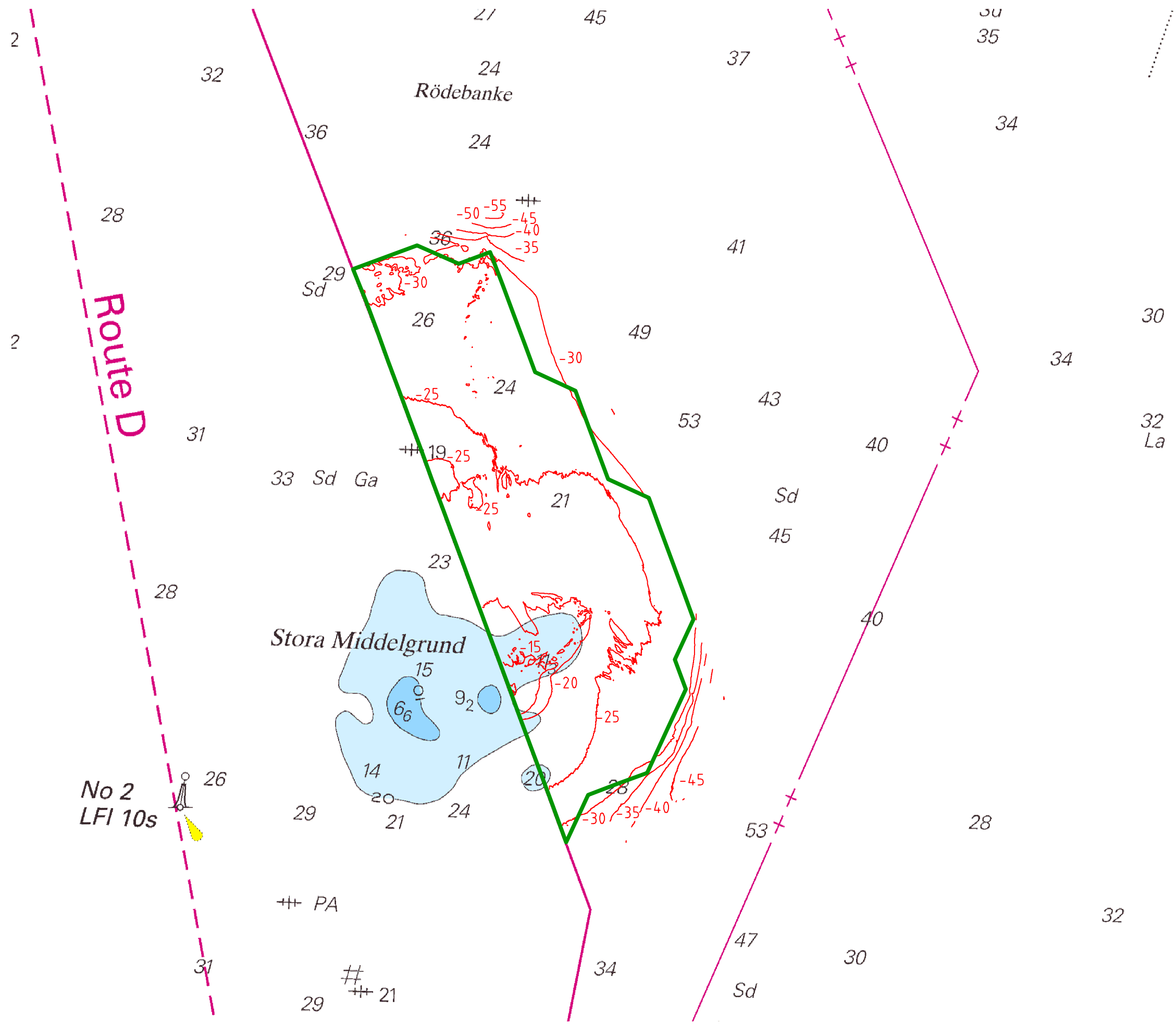


Universal Wind  
Stora Middelgrund, vindkraftspark

Vattendjup vid parken

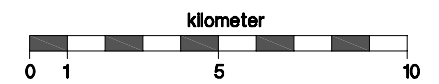
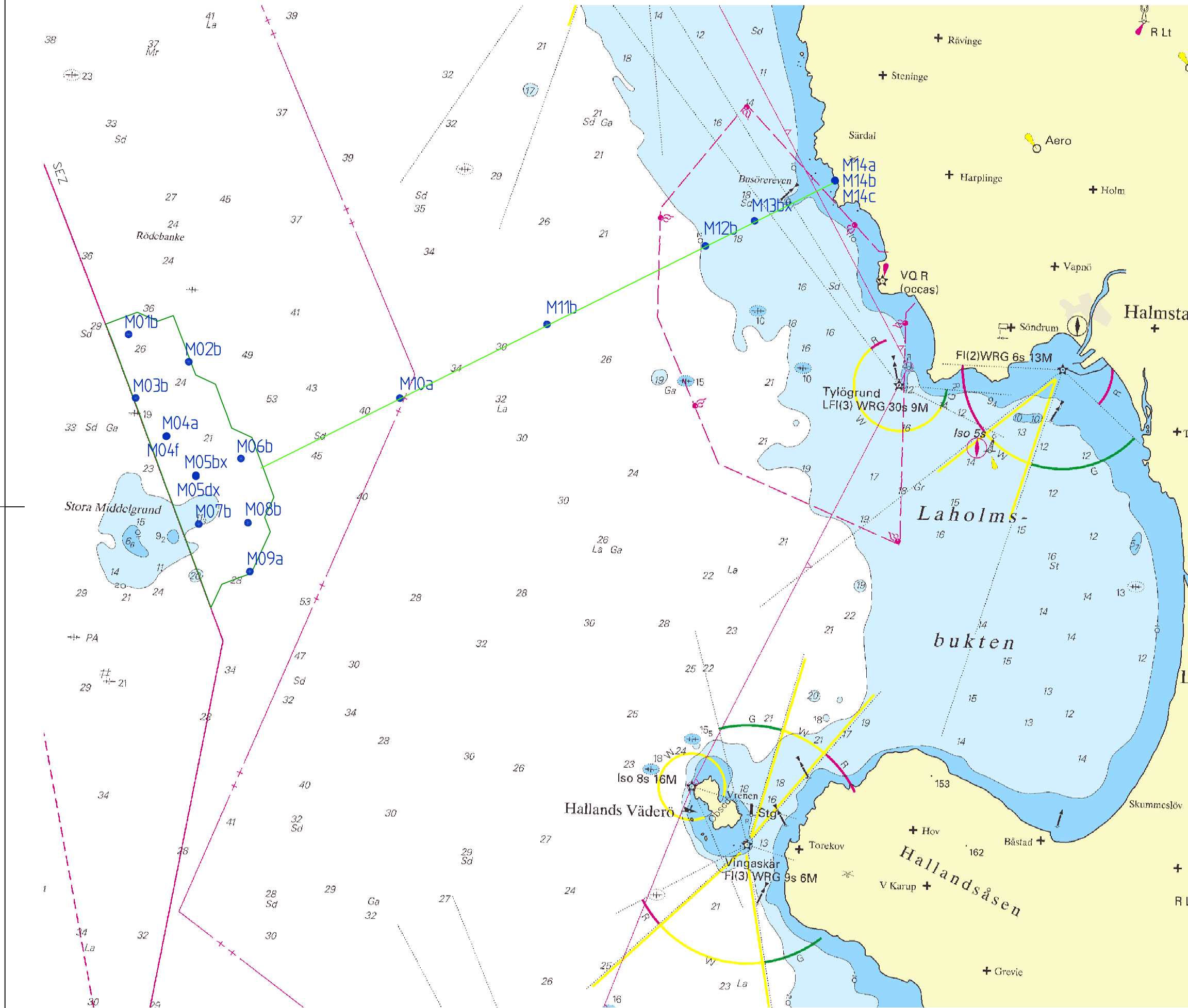
Teknisk beskrivning  
2006-04-12

A3 Skala 1:100 000  
Nr: RICPL0007



Förklaringar

- M10a
- Provpunkt för marin ytprovtagning
- Havskabel till landanslutning
- Yttre gräns för vindkraftsparken



Sjökort 92:  
Copyright Sjöfartsverket  
tillstånd nr 05-02005



Universal Wind

Stora Middelgrund, vindkraftspark

Provpunkter Marin ytprovtagning

Teknisk beskrivning  
2006-04-12

A3 Skala 1:200 000  
Nr: RICPL0009

# BILAGA 12

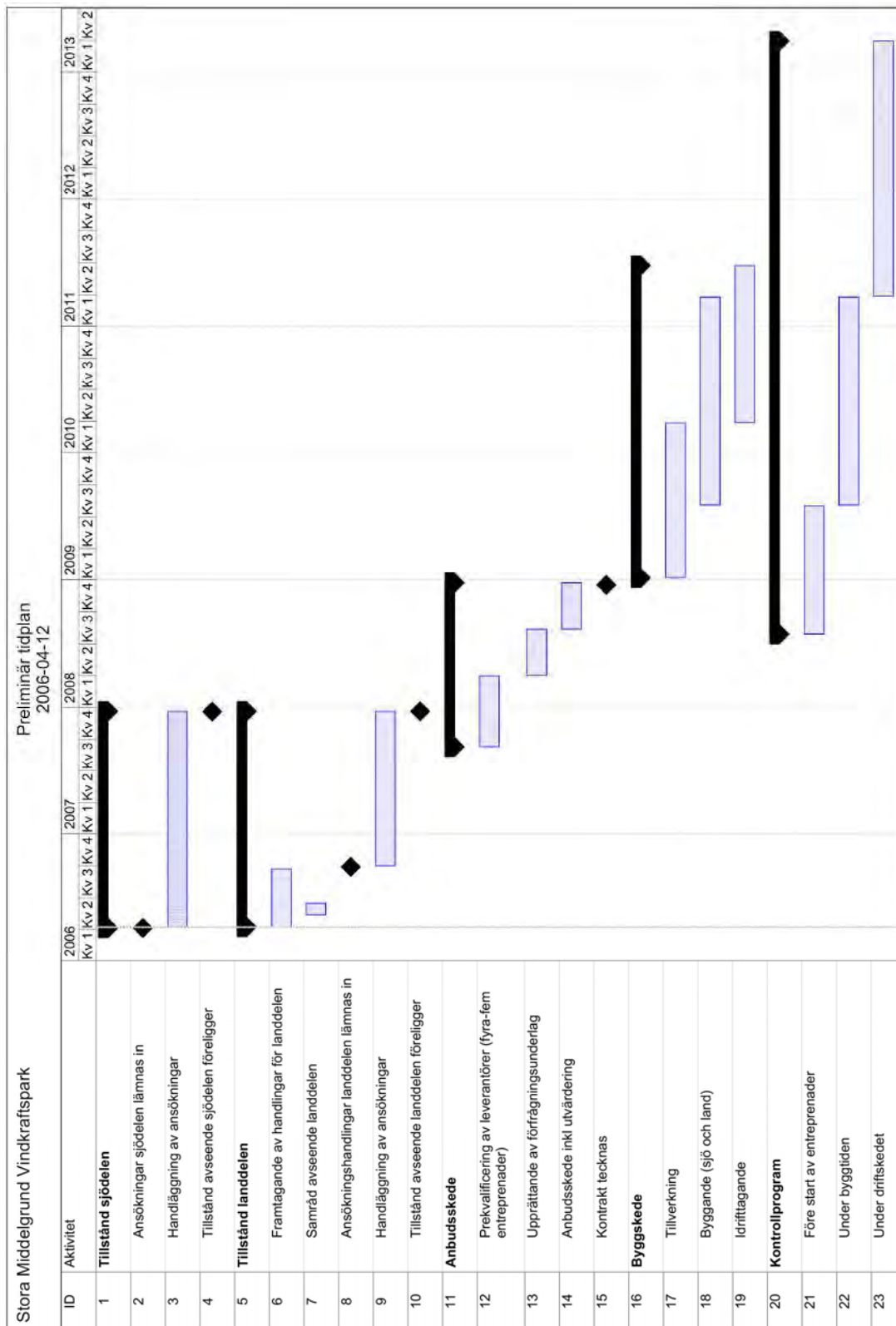
## Till Teknisk beskrivning

Stora Middelgrund Vindkraftspark






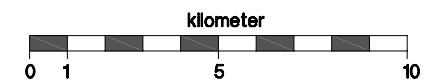
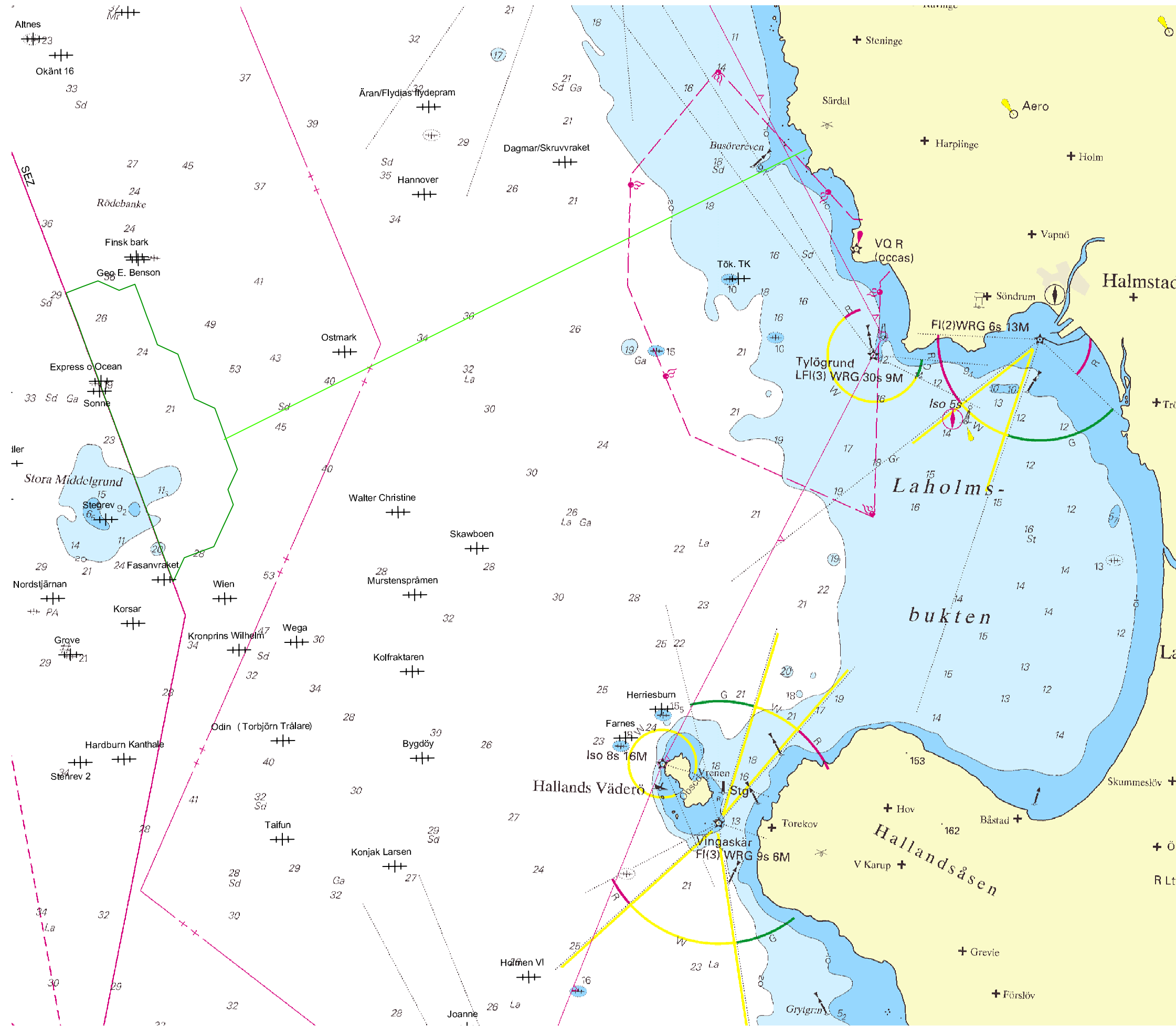
2006-04-12

## Preliminär tidplan



Förklaringar

-  Havskabel till landanslutning
-  Yttre gräns för vindkraftsparken
- Vrak
-  Känt vrak



Sjökort 92:  
Copyright Sjöfartsverket  
tillstånd nr 05-02005



Universal Wind

Stora Middelgrund, vindkraftspark

Kända skeppsvrak i anslutning till vindkraftsparken

Teknisk beskrivning  
2006-04-12

A3 Skala 1:200 000  
Nr: RICPL0008