

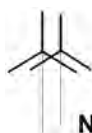
Vindkraftspark

# Storgrundet

Kompletterande teknisk- och  
miljökonsekvensbeskrivning



Juni 2009



NordanVind vindkraft AB



think energy

<b>1.</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Alternativ</b>	<b>2</b>
2.1.	Alternativa lokaliseringar	2
2.1.1.	Område A (Gretas klackar)	3
2.1.2.	Område B	4
2.1.3.	Bedömning	4
2.2.	Utformningsalternativ	4
2.3.	Nollalternativet	5
<b>3.</b>	<b>Projektfaser</b>	<b>6</b>
3.1.	Anläggningsfasen	6
3.1.1.	Fundament	6
3.1.2.	Elanslutning	10
3.1.3.	Vindkraftverk	13
3.1.4.	Mildrande åtgärder	14
3.2.	Driftfasen	15
3.3.	Avvecklingsfasen	15
<b>4.</b>	<b>Kompletterande bedömning av miljöpåverkan</b>	<b>17</b>
4.1.	Anläggningsfasen	18
4.1.1.	Fundament	18
4.1.2.	Påverkan på fisk	19
4.1.3.	Påverkan på växtlighet	20
4.1.4.	Påverkan på säl	20
4.1.5.	Påverkan på marinarknologiska objekt	20
4.2.	Driftfasen	21
4.2.1.	Påverkan av elektriska och magnetiska fält	21
4.2.2.	Påverkan av ljud	21
4.2.3.	Påverkan på sträckande fågel	21
4.2.4.	Rovfågelhäckningar på Storsjungfrun	21
4.2.5.	Påverkan på fladdermöss?	21
4.2.6.	Påverkan på riksintresse för naturvård	22
4.2.7.	Påverkan på landskapsbilden	22
4.3.	Avvecklingsfasen	23
<b>5.</b>	<b>Bilagor</b>	<b>24</b>
5.1.	Lokalisering	24
5.2.	Riksintressen samt övriga skyddade områden.	24
5.3.	Kompletterande visualiseringar	24

# 1. BAKGRUND

Sökanden Storgrundet Offshore AB har fått tillfälle av prövningsmyndigheten Miljödomstolen i Östersund att komplettera miljöbedömningen i enlighet med inkomna synpunkter angående ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för en gruppstation för vindkraft på Storgrundet. Flera synpunkter gäller alternativ men även andra synpunkter gällande andra frågor om miljökonsekvenser har framförts.

Följande PM utgår från den beskrivning som presenterats i miljökonsekvensbeskrivningen till ansökan.

## 2. ALTERNATIV

Det har efterlysts en tydligare beskrivning av valda alternativa lokaliseringar samt utformningsalternativ. Utgångspunkten vid utformningen av de redovisade alternativen är att det dels skall vara tekniskt möjliga och dels att de skall påverka miljön i så ringa omfattning som möjligt. Bolaget har stor erfarenhet av att projektera vindkraft längs Norrlandskusten och kan konstatera att det är svårt att hitta större sammanhängande områden.

Med den tekniska utveckling som skett kan vi idag konstatera att de tekniska förutsättningarna för att utnyttja vindkraft till havs är bättre än någonsin. Storgrundet är en av flera alternativa

Figur 1 Vindkraftprojekt i havet längs



Norrlandskusten Källa: STOAB

lokaliseringar som undersökts sedan år 2001 (Figur 1). Sex olika platser har avancerat så långt i processen att samråd hållits och rådighet har beviljats. Av dessa platser är det Storgrundet och

Klocktärnan som idag utgör en aktiv del av wpd:s projektportfölj. Klocktärnan är ett projekt med möjlighet att producera 660 MW och ligger ca 17 km från fastlandet (mera information om projekt Klocktärnan kan hittas på [www.wpd.se](http://www.wpd.se)). Det problem som Klocktärnan delar med andra projekt i Norrland är begränsningarna i överföringskapacitet. Det projekteras idag för tusentals MW på land vilket kommer att kräva omfattande nätförstärkningar. wpd undersöker därför aktivt andra möjligheter att föra kraft från vindkraftverk söderut t.ex. genom nya sjökablar.

Mot bakgrund av överföringsbegränsningar samt den framförhållning som krävs för att etablera vindkraftverk i havet bedömer vi därför inte att dessa projekt i nuläget utgör reella alternativ till Storgrundet

### 2.1. Alternativa lokaliseringar

Bristen på stora sammanhängande grundområden till havs med närhet till land och som befinner sig på en plats med möjlighet till överföringsmöjligheter av elektricitet eller som befinner sig i närheten av områden med större elkonsumention såsom Stockholmsregionen är begränsade.

Sökanden kan konstatera att det dock finns alternativa havsbaserade lokaliseringar av samma storlek och med rimliga djup. Exempelvis finns grundområden i Stockholms skärgård som inte kan användas till följd av konflikter med friluftsliv och turism med mera. Områden finns också på västkusten men dessa bedöms inte lämpliga av miljöskäl vilket bland annat åskådliggjorts av Miljööverdomstolens i den Dom som avser projekt Skottarevet.

Två områden som uppfyller de kriterier som vi ställer på ett projekt har dock hittats. För dessa två områden (alternativ A och alternativ B) som ligger ca 10 km från varandra har en jämförelse av olika parametrar genomförts, vilka har angivits i

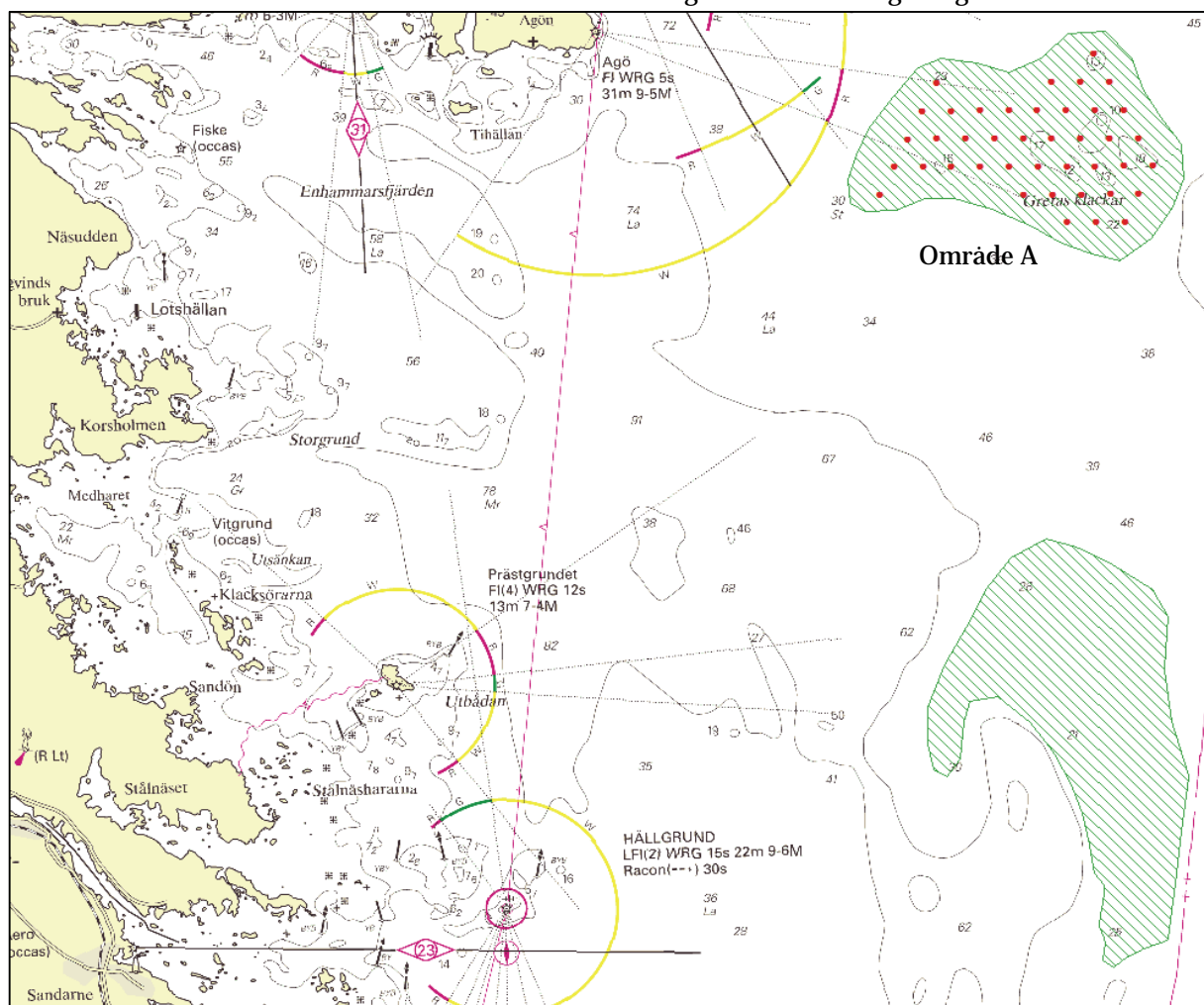
miljökonsekvensbeskrivningen: I följande avsnitt utvecklar vi resonemangen kring de alternativa lokaliseringarna ytterligare.

### 2.1.1. Område A (Gretas klackar)

Område A är 55,3 km<sup>2</sup> stort och rymmer totalt 41 stycken vindkraftverk med motsvarande storlek och på motsvarande djup som för Storgrundet (Figur 2).

Området är inte inventerat med avseende på naturvärden, så bedömningen baserar sig på

förväntningar utifrån undersökningar och modelleringar av andra utsjögrund i regionen samt kustområdet innanför grundet. Med avseende på växtlighet och bottenlevande djur förväntas området likna de djupare delarna av Storgrundet. De naturvärden som beskrivs på Storgrundet, dvs. en artrik algflora med stor djuputbredning, finns med största sannolikhet även i område A. De arter som är typiska för riktigt grunda bottnar (< 10 m) kan förväntas saknas eller vara mindre vanliga, men dessa arter förekommer rikligt vid kusten och ger inget unikt värde



Figur 2 Alternativ lokalisering A, 41 st vindkraftverk Kålla: STOAB

Likheterna med Storgrundet ifråga om djup, bottensubstrat och vegetation gör att området även kan antas ha motsvarande betydelse som habitat för fisk.

Området ligger sannolikt i samma sträckled för sjöfågel som Storgrundet, så påverkan på sträckande fågel kan antas bli densamma vid anläggning av vindkraft här.

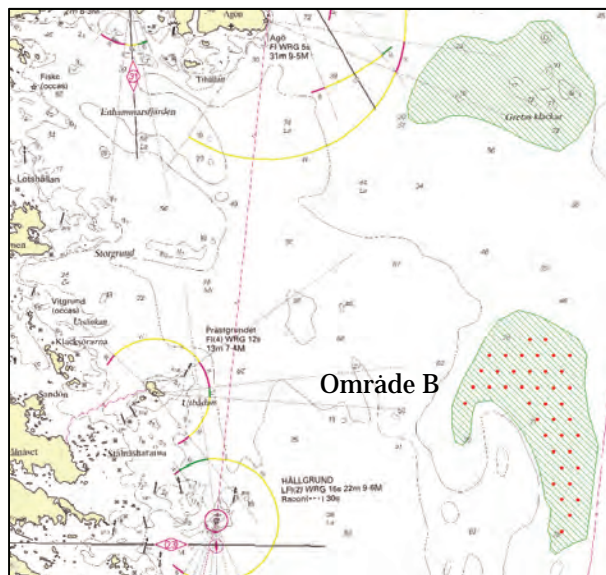
Den regionalt betydelsefulla sälkolonin Tihällan ligger precis innanför grundområdet på ca 10 km avstånd från den västligaste delen av grundet. Därmed är risken för störning på gräsäl större än vid Storgrundet.

Sammantaget är naturvärden och risken för påverkan på dessa mycket likvärdiga mellan Storgrundet och område A.

Område A kräver ca 22 km sjökabel och ca 45 km landkabel för att anslutas i Lingbo

### 2.1.2. Område B

Område B är 62,7 km<sup>2</sup> stort och rymmer även det totalt 41 stycken vindkraftverk med motsvarande storlek och på motsvarande djup som för Storgrundet (Figur 3).



Figur 3 Alternativ lokalisering B, 41 st vindkraftverk Källa: STOAB

Elanslutning till Svenska Kraftnäts stamnät i Lingbo betyder ca 23 km sjökabel samt ca 77 km landkabel.

Området är inte inventerat med avseende på naturvärden, så bedömningen är gjord på samma sätt som för område A. Område B är djupare än Storgrundet, vilket innebär att upprättväxande alger antagligen saknas helt. Därmed finns inga av de naturvärden som är förknippade med vegetation. Att området är djupare än 20 m och saknar vegetation innebär att det sannolikt inte är så betydelsefullt som lekhabitat för exempelvis strömming eller sik.

Området ligger sannolikt i samma sträckled för sjöfågel som Storgrundet, så påverkan på sträckande fågel kan antas bli densamma vid anläggning av vindkraft här.

Området ligger över 20 km från de närmaste sälkolonierna, så risken för störning på gräsäl bedöms vara lika låg som vid Storgrundet.

Sammantaget är naturvärden och risken för påverkan på dessa lägre för område B än för Storgrundet.

### 2.1.3. Bedömning

Av redovisningarna i miljökonsekvensbeskrivningen, samt ovan, bedömer vi att valt alternativ Storgrundet är att föredra före alternativ A och B. Storgrundet har ett kortare avstånd till den punkt som Svenska Kraftnät idag projekterar i Lingbo området både vad gäller sträckning till havs och sträckning på land. Vi vet också att området runt Storjungfrun är relativt isfritt pga av Ljusnans utlopp. Vi kan förvänta mera is i område A och B. Område A och B rymmer också färre antal vindkraftverk än Storgrundet. Vindkraftverk som uppförs i område A och B kommer att i snitt stå på djupare vatten än vid Storgrundet. Område A och B är också snitt djupare. Område A och B kan även förväntas ha en blockrikare terräng

## 2.2. Utformningsalternativ

I miljökonsekvensbeskrivningen redovisas fyra olika utformningsalternativ varav

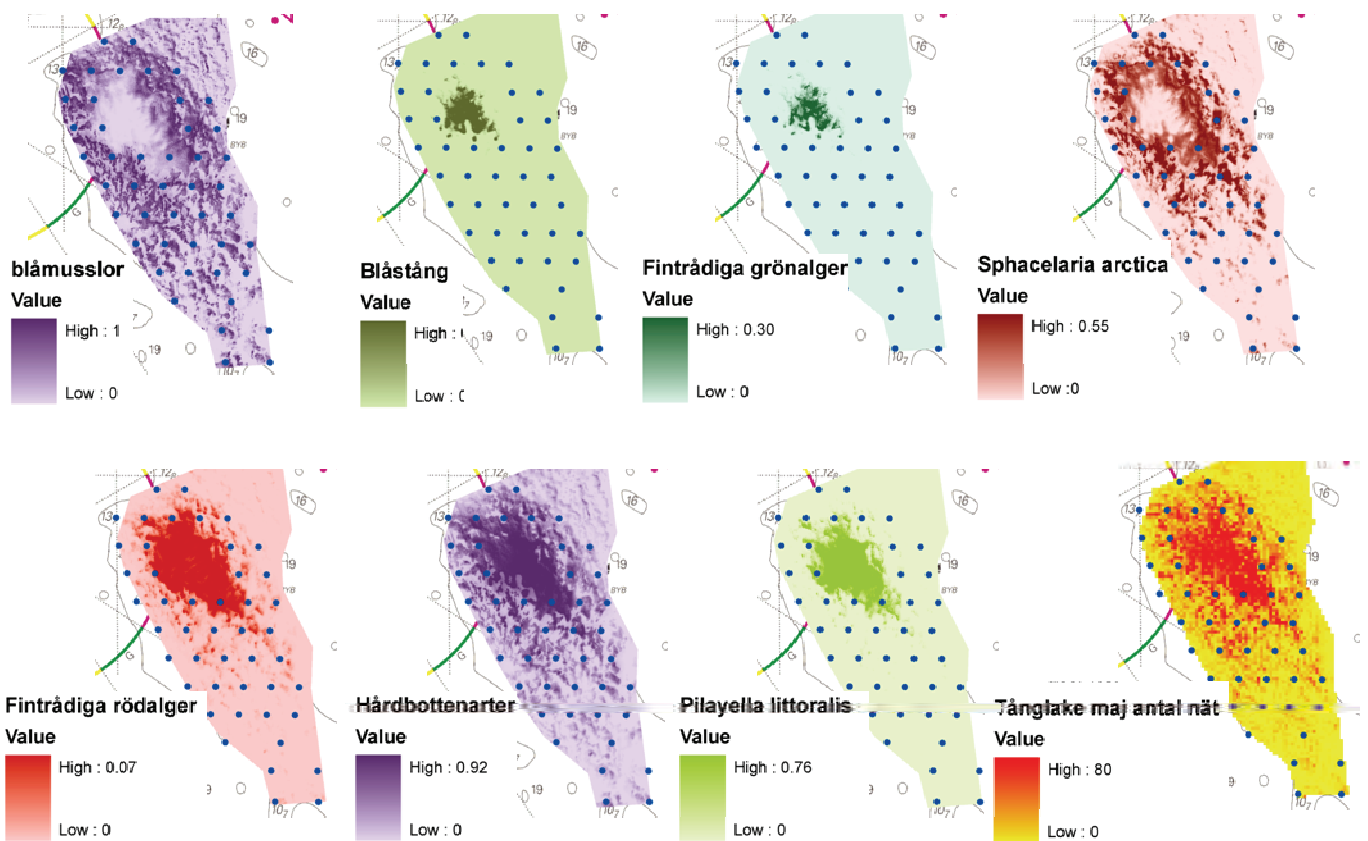
utformningsalternativ 3 utgör huvudalternativ. I miljökonsekvensbeskrivningens avsnitt 6.3.1, redovisas de geografiska och tekniska skälen till att området avgränsats. I norr är det främst sjöfarten som sätter begränsningar men även det faktum att området snabbt blir djupare och blockrikare. Med de tekniska förutsättningar som råder idag så är det främst djupet som sätter begränsningar österut och söderut. I väster ligger ön Storjungfrun vilket begränsar utbredningen i den riktningen.

På sidan 61 i miljökonsekvensbeskrivningen (Figur 5.11) vilket även redovisas i Figur 4. Redovisas den modellerade utbredningen av ett antal algarter.

Av figuren framgår att utformningsalternativ 3, där det grunda området inte används för vindkraftverk, utgör det alternativ som bedöms påverkar algarterna och tånglaken i området minst.

### 2.3. Nollalternativet

Om ingen vindpark anläggs vid Storgrundet kommer kablar följaktligen inte att placeras på botten vid grundet. Yrkesfiskare har då fortsatt möjlighet att tråla på botten. De biologiska konsekvenserna av trålning är inte försumbara. Nollalternativet är därmed ett sämre alternativ utifrån att trålning medför negativa konsekvenser för bottenfaunan



Figur 4 Modellerad utbredning av olika arter tillsammans med utformningsalternativ 3  
Källa Aquabiota och SOAB

## 3. PROJEKTFASER

Vilken påverkan vindkraftprojektet Storgrundet har på omgivningen beror till stor del på val av konstruktionslösning. Valet av konstruktionslösning bestäms av yttre parametrar som geologi, vind-, våg- och islast samt det sätt som konstruktionens olika delar hanterar dessa laster. Ur det senare perspektivet så är alla typer av vindkraftverk olika. Vindkraftverkets tekniska uppbyggnad gör att krafter tas upp av konstruktionen på olika sätt vilket påverkar dimensionering och utformning av fundamentet. Därav är det viktigt för att optimera konstruktionen från miljö-, teknik- och ekonomiskt perspektiv att vindkraftverkets egenskaper kan bestämmas innan fundamentet börjar konstrueras.

### 3.1. Anläggningsfasen

Anläggningsfasen inleds med att detaljerade geotekniska undersökningar genomförs på varje turbinlokalisering samt kabelvägarna. Alla positioner märks ut av dykare med bojar på botten för att man hela tiden skall vara säker på exakt var placeringarna är. Dykarna kontrollerar också att det inte finns något på botten av arkeologisk art som undersökningarna inte lokaliserat och som kan rikas att bli skadat. Undersökningarna bildar grunden för konstruktion och dimensionering av vindkraftsanläggningen.



Figur 5 Process flöde för design av fundament och vindkraftverk Källa wpd

#### 3.1.1. Fundament

På Storgrundet är det öppet vilken typ av fundament som kan bli aktuellt. Djupet på platsen tillsammans med den hårda botten medför ingen självklar konstruktionslösning. De vanligaste fundamenttyperna är beskrivna i miljökonsekvensbeskrivningen. Sammanfattningsvis består dessa av:

- Monopiles
- Gravitationsfundament
- Tripod, jacket (Multipel-piles)
- Suction kasuner

I miljökonsekvensbeskrivningen återger vi också två andra möjliga konstruktionslösningar:

- Konstgjord ö
- NyCast

De studier av fundament i miljö med stora islast som vi nyligen slutfört visar att traditionell teknik kan användas i ett område som Storgrundet. Det medför att vi inte kommer att gå vidare med de två sistnämnda konstruktionslösningarna samt med fundament av typen Suction kasuner.



I följande beskrivning kommer vi att utveckla anläggningsförfarandet för två av fundament typerna nämligen gravitationsfundament och monopile fundament.

Monopile fundamentet representerar olika typer av sk mutipel piles (inkl jackets och tripods). Alla dessa fundament kännetecknas av att en eller flera piles av olika storlek förankras i botten. Den pile som en monostruktur utgör kan ha en diameter på upp till 6 eller 7 meter medan t.ex. en tripod kan använda sig av tre stycken mindre piles med en diameter på upp till 2 meter.

Sammantaget bedöms under normala förhållanden ca 3 fundament/vindkraftverk kunna bli uppförda per vecka. Hela processen bör därför vara möjlig att genomföra under en period av 6 månader.

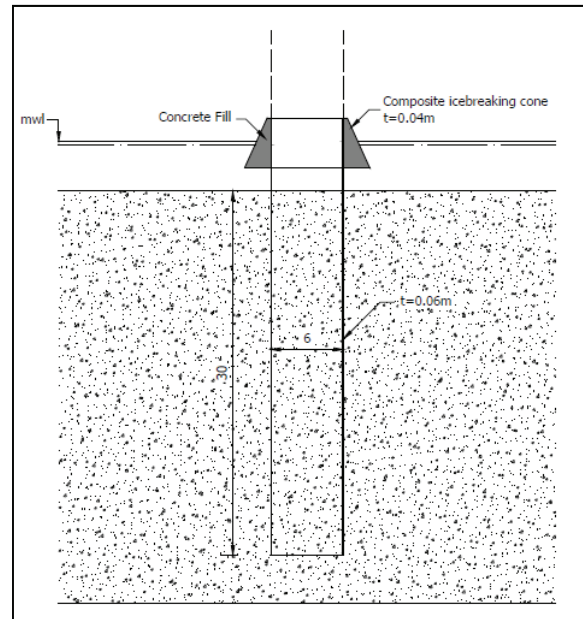
### Monopile fundament

Monopiles är tillämpbara på de flesta platser En monopile kan liknas vid ett rör som på olika sätt kan förankras i botten (*Figur 6*).

#### Installationsprocessen

Den vanligaste metoden är genom borrhning från en borrhplattform på ytan. Borrhiggen har ett rotationsbord (*Figur 7*) i den övre delen och i förlängningen av borren en borrhkrona med bergborrstift i hårdmetall (*Figur 8*). Vilket antal och vilken typ av stift som används beror på det material som borren skall gå igenom.

Borrningen kan t.ex. ske i ett foderrör (i vissa fall kan monopilen fungera som foderrör). Foderröret är en metallisk struktur med en diameter något större än borren. Dess uppgift är att vägleda borren och borrhkronan genom luft, vatten och mjuka material. Det har även som funktion att förhindra att material från borrhningen sprids okontrollerat samt att förhindra att material utanför foderröret kan tränga in och påverka borrhningen. Foderröret hålls på plats med en ram som sitter monterad på den präm eller det fartyg som används.



*Figur 6 Exempel på ett monopilefundament  
Källa CarlBro*



*Figur 7 Exempel på ett rotationsbord  
Källa: Saipim s.a.*



*Figur 8 Exempel på borrkrona med bergborrstift  
Källa: Saipim s.a.*

Det borrkax som bildas skickas upp genom foderröret med den vatten- och luftblandning som cirkuleras under borrhningen. När borrhningen är slutförd installeras monopilen och utrymmet mellan pilen och intilliggande berg/hårt material tätas med "murbruk".

Borrhning av en pile på 6 meter i diameter, 30 meter ner i botten, bedöms ge upphov till totalt ca 850 m<sup>3</sup> material (borrkax) vilket ger en samlad volym på 39 000 till 59 000 m<sup>3</sup> beroende av om 46 st eller 70 st vindkraftverk uppförs. I beräkningen av den sist nämnda volymen har vi inte tagit hänsyn till att ett mindre vindkraftverk får ett mindre fundament. Borrkaxet kan endera, såsom fallet vid byggnationen av vindkraftparken Yttre Stengrund, släppas ut i havet eller så kan det huvudsakliga materialet samlas upp t.ex. på prämar eller i sk "Géotubes". "Geotubes" består av ett membran som släpper igenom vatten men bibehåller borrkaxet (*Figur 9*). Tekniken används bland annat av industrier och i jordbruk.

När tuberna är fulla kan materialet tömmas endera tillbaka i fundamenten eller på annan avsedd plats.

Utgår man från att källan är en punktkälla belägen vid ytan och att allt sediment blir suspenderat i det välblandade ytlagret, vilket motsvarar borrhning i silt eller lera. Vi bedömer att sedimentplymen



*Figur 9 Exempel på "Geotube" Källa: Saipim s.a.*

maximalt kan bli 1100 meter i extremfallet (25 mg/l) och 250 meter i normalfallet (25 mg/l). Borrhning i berg och grövre material går långsammare och ger normalt en ganska stor spridning i kornstorlekar, och det troliga är att större delen sedimenterar snabbt (inom 100m från borrhplatsen).

Vid Storgrundet kommer mätten på en monopile att bestämmas efter att platsens geotekniska egenskaper fastställts. Med den kunskap vi har om området förväntar vi oss att fundamentet kommer att behöva förankras på ett djup av ca 30 m.

### **Gravitationsfundament**

Ett gravitationsfundament är en struktur som tack vare sin egen vikt är tillräckligt stabil för att motstå de olika laster som vind, vågor och is ger upphov till (*Figur 10* och *Figur 11*).

Ett gravitationsfundament står på botten på en bädd av tvättade krossmassor/ballast material. Innan krossmassorna läggs så förbereds botten så att den är jämn och fast, för detta kan viss grävning krävas. Helst vill man att fundamentet står ca 0,5 till 1 meter under intilliggande botten för få tryck på fundamentet.

Gravitationsfundament är en beprövad teknik som t.ex. har använts vid Thornton i Belgien för vindkraftverk med effekten 5 MW.

Djupförhållandena på platsen var liknande de som vid Storgrundet dvs. ned mot 25 meter.



Figur 10 Bild från konstruktionsplatsen för fundament, projekt Thornton Källa: CarlBro

Av logistikskäl måste gravitationsfundament prefabriceras på land. Tillverkning av gravitationsfundament sker generellt enligt två principer; endera i en torrdocka eller på land. Gjutning av fundament kan också ske direkt på en pråm som ett alternativ till en plats på land.

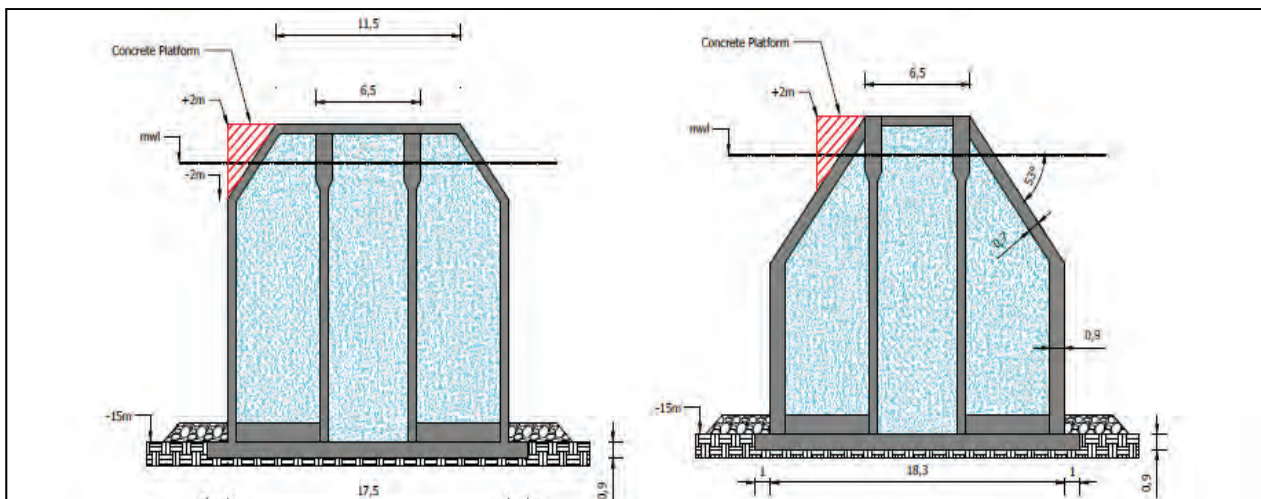
De färdiga fundamenten transporteras sedan till platsen delvis flytande eller på pråmar.

När fundamenten kommit på plats fylls de med ballast t.ex. olivsten för att nå önskad vikt

För Storgrundet kan det betyda ett fundament med en total vikt på drygt 7000 ton. Ballasten kan endera bestå av muddringsmassor eller material från något stenbrott medels bogserade pråmar t.ex. olivsten.

För Storgrundet bedömer vi att ett fundament maximalt kommer att få en diameter på 30 meter vilket ger en volym på ca 700 m<sup>3</sup> per fundament som grävs ut dvs. om det krävs 1 meter för att nå tillräckligt jämn och fast botten. Med 46 st. respektive 70 st. vindkraftverk betyder det att en volym på 32 200 m<sup>3</sup> till 49 000 m<sup>3</sup> behöver flyttas. Materialet läggs edera på sidan av fundamentet eller på annan avsedd plats.

Figur 11 visar på möjlig fundament utformning för vindkraftverk med effekten 5 MW. Ett alternativ till att gräva till en nivå där en fast och jämn yta nås kan vara att anlägga ett tjockare bärlager med krossmassor/ballast som fyller ut ojämnheterna på botten. Vilket alternativ som utgör den bästa lösningen kan inte bedömas innan en detaljerad geoteknisk undersökning genomförts i området.



Figur 11 Principskiss av två gravitations fundament, Källa: CarlBro

## Installationsprocessen

Installationen av ett gravitationsfundament sker i följande sekvenser:

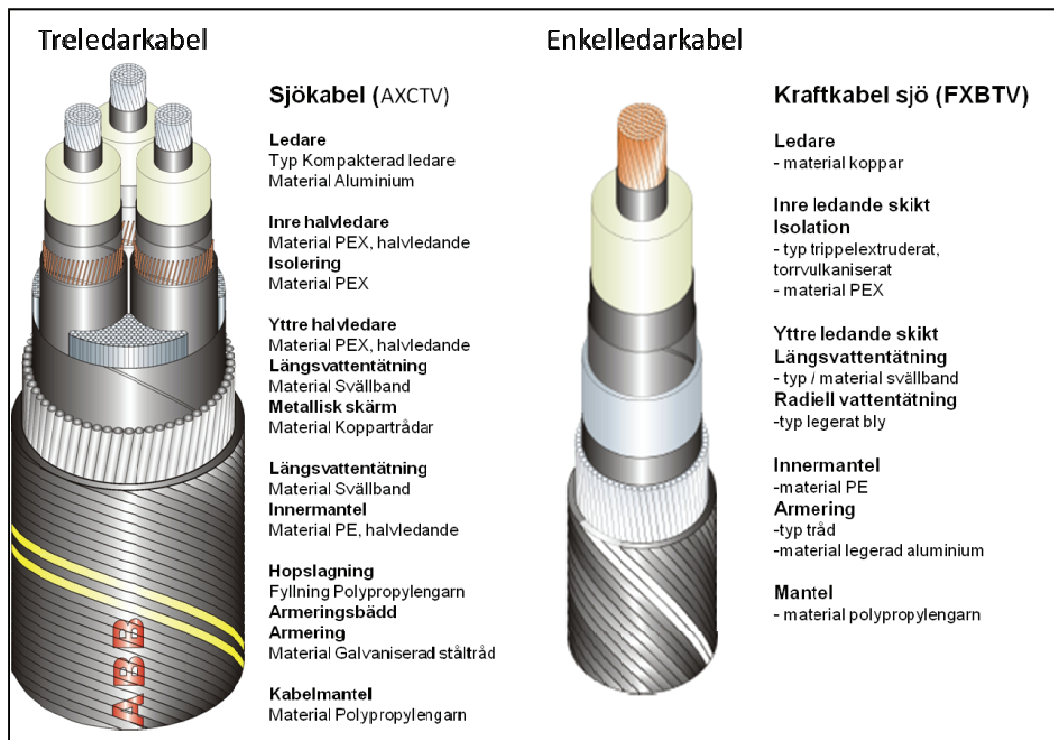
- För att ett gravitationsfundament skall kunna placeras på en plats måste en jämn och fast yta erhållas. Vanligtvis måste därför ytan prepareras innan fundamentet kan sättas på plats. Detta kan innebära att bottenmaterial kan behöva grävas bort eller fyllas ut för att få ytan fast och jämn.
- När ytan är förberedd jämnas den ut med krossmassor för att hamna inom bestämda toleransnivåer.
- När ytan är klar förflyttas fundamentet till den valda platsen endera flytandes eller lastade på en präm. På platsen justeras och monteras slutligen fundamentet med hjälp av en kran.

Om behov finns så anlägger man skydd mot påverkan från undervattenströmmar och vågor runt fundamentet

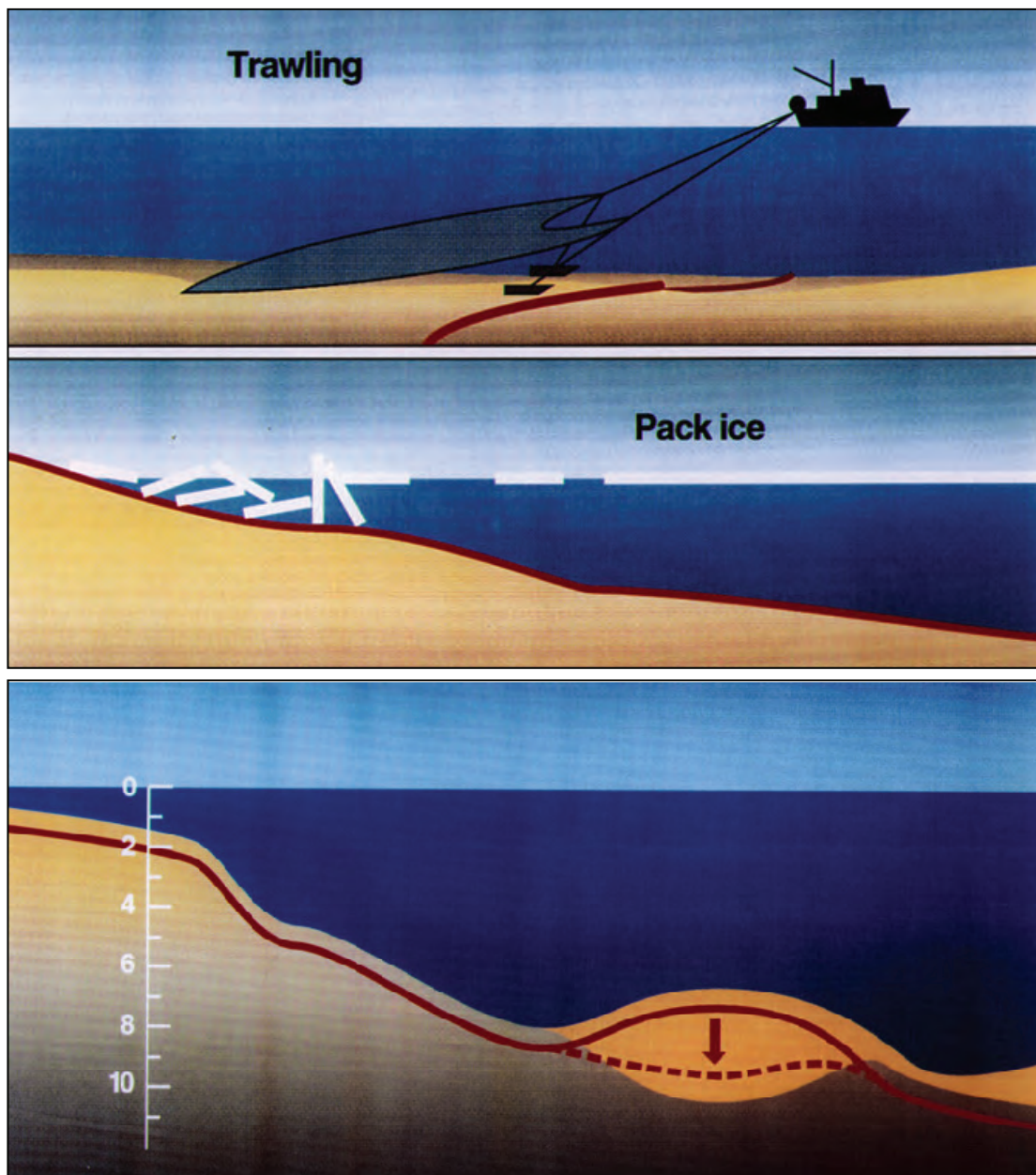
## 3.1.2. Elanslutning

Sjökabeln utförs som 3-ledar växelströmskabel med optisk fiberkabel för kommunikation. Strömledarna i kabeln är tillverkade av koppar eller aluminium. Isolationsmaterialet är plast och kabeln är mekaniskt skyddad genom en yttre armering av stål (Figur 12)

I hela vindkraftområdet, förutom i det grundare partiet i norr, löper moränryggar i nordväst-sydostlig riktning. Stora delar av Storgrundet består av hårda erosionsbottnar där blockig morän och grus dominerar. I den djupaste delen av kabelkorridoren (på ca 35-50 m djup), sydväst om Storjungfrun, hittades områdets enda mjukbotten med gyttejlera. Längs kabelkorridoren konstaterades generellt djupare penetration än på Storgrundet, vilket tyder på mjukare bottenmaterial längs denna sträckning.



Figur 12 Principupbyggnad av både 1 fas och 3 fas sjökabel. Källa: ABB



Figur 13 Exempel på skäl att gräva ned en elkabel. Källa: ABB

Sjökablarna kommer till platsen på specialgjorda fartyg. Kablarna kommer att förläggas djupare i botten närmast land för att klara påverkan från is och vågor. För övriga delar från land till vindkraftparken kommer kabelsträckningen att planeras så att den i minsta möjliga mån kommer att behöva grävas ned. Exempel på faktorer som påverkar om kabeln måste grävas ned eller täckas över är:

- Stor risk för skador från fartyg eller fiske (Figur 13)
- Djupt gående is (>15m) som kan ta med kabeln (Figur 13)
- Lokala strömningsförhållanden Risk att elkabeln blir hängande mellan två höjder (Figur 13)



*Figur 14 Exempel på erosionskydd för elkabel*

Totalt kan en transmissionskabel med spänningen 36 kV (treledarkabel 3\*630mm<sup>2</sup>) överföra drygt 40 MW beroende på vald area och material i kärnan. Transmissionskabeln kan endera dras direkt till land alternativt via en transformator till havs som omvandlar spänningen till 130 kV. Transformatorn placeras i vindkraftområdet på ett fundament av samma typ och storlek som vindkraftverken (*Figur 15*). Genom omvandlingen kan antalet kablar reduceras till 2 st och kablarnas totala förluster minska.



*Figur 15 Exempel från på transformatorstation (Nystedt, Danmark) Källa: STOAB*

Landtagningspunkten och anslutningen till den anslutningspunkt som Fortum anvisar kommer att ligga i söder om Tärnsharen. Sjøkabeln övergår vid land till en landöverföring som troligen, efter

transformatorstationen/ställverk (beroende av vilket alternativ som väljs), kommer att dras som luftledning till en punkt som Svenska Kraftnät anvisar.

För närvarande utgår Svenska Kraftnät och regionnätägaren ifrån att denna punkt ligger i området runt Lingbo. Om kablar dras mot land utan transformering till havs behövs en transformatorstation på land som kan transformera spänningen från de ca 8 kablar som är nödvändiga i den största konfigurationen.

Transformatorn kommer i det fall där alla kablar dras direkt till land, att utformas såsom en sk inomhusstation som arkitektoniskt kan utformas för att passa området. Exempel på stationer från ABB redovisas på nedanstående bilder (*Figur 16*).



*Figur 16 Exempel på inbyggd transformatorstation på land Källa: ABB*

## Installationsprocessen

De tekniker som kan användas för att förlägga kabeln ned i bottenmaterialet är främst plogning, grävning (Figur 17 och Figur 18) eller spolning.



Figur 17 Plog för kabelnedläggning  
Källa Oceanteam



Figur 18 Utrustning för nedgrävning av kabeln (trencher) Källa Oceanteam

Med det förslag till utformning som idag finns bedöms den totala längden kabel som ligger på djup mindre än 15 meter vara omkring 9 km. dvs. djup där kabeln potentiellt kan behöva grävas ned helt eller delvis.

Används plog så är problem med grumlig mindre än om grävande- eller jettekniker används. I båda fallen strävar man dock efter att så stor mängd som möjligt av bottenmaterialet återförs och läggs över kabeln. På platser där det kan vara svårt att gräva kan kabeln också täckas på olika sätt t.ex. genom betongblock.



Figur 19 Vattenjet för kabelnedläggning  
Källa Oceanteam

### 3.1.3. Vindkraftverk

Efter det att fundamentet kommit på plats och elkablar är dragna upp genom fundamentet påbörjas installationen av vindkraftverken.

#### Installationsprocess

Installationen kan ske i princip på tre sätt:

1. Rotor monteras på land, transporteras till platsen och monteras på uppfört torn och maskinhus (Figur 20).
2. Rotor, maskinhus och torn monteras ihop på land och transporteras sedan som sammansatt konstruktion till platsen för montage på fundamentet (Figur 21).
3. Bladen monteras, ett och ett, på uppfört maskinhus på platsen, vilket är mera komplicerat till havs än på land.



*Figur 20 Montage av sammansatt rotor till havs  
Källa STOAB*



*Figur 21 Montage av vindkraftverk sammansatt  
på land Källa STOAB*

Montagen kan ske endera med olika pråmlösningar eller fartyg varav de flesta använder stödben för att kunna genomföra säkra lyft. De viktigaste begränsningsparametrarna för

att kunna genomföra montagen är vindriktningsförändringar och våghöjd.

#### **3.1.4. Mildrande åtgärder**

Vilka mildrande åtgärder som kan vidtas varierar något mellan de olika fundamentteknikerna.

##### **Buller**

- Om ett anläggningsförfarande behöver vidtas som bedöms orsaka höga ljudnivåer kan fåglar och däggdjur och fisk tillfälligt skrämmas iväg från området med akustiska signaler.
- Anläggningskedet planeras så att bullrande verksamhet minimeras i tid exempelvis genom att minimera antalet transporter
- Närboende informeras om tidschemat av verksamheten för att undvika överraskningar
- Båttransporterna som passerar känsliga områden minimeras och hastighetsbegränsas
- Tidpunkter för anläggningsarbete planeras för att minimera negativ påverkan på fåglar, fiskar etc.
- Om kraftigt ljud befaras under anläggningsarbetet kan fundamentet omgärdas av t.ex. bubbelridåer, varvid olika material, såsom gummi eller konstruktioner fyllda med skum, kan användas. Båda lösningarna har testats. Praktiska försök har t.ex. gjorts med bubbelridåer på FENO 3 plattformen i Tyskland.

##### **Utsläpp av olja mm**

- Regler för att alla fartyg ska ha så kallade länsar ombord, för att kunna minimera spridning av olja vid eventuella utsläpp av olja.
- Färdiga rutiner för att minimera skador vid eventuella utsläpp av olja.
- Stabilisering av båtar vid arbete så att risk för olyckor och utsläpp minskar.

##### **Sedimentspridning**

- Noggranna analyser av bottenens beskaffenhet och miljökemi för att minimera behovet av att



ta bort eller sprida material som kan sedimentera

- Om behov föreligger, se till att metoder finns för att samla in material som kan sedimentera och därmed minimera grumling t.ex. till följd av borrning.
- Planeringen av fundamentarbetet görs med hänsyn till de vindar och de vattenströmmar som råder vid anläggningstillfället för att minimera ackumulationseffekter från arbete på olika platser i området. Det finns goda möjligheter att planera installationen vid de olika platserna så att de sammantaget ger så liten och kortvarig påverkan av sediment som möjligt. Exempelvis kan anläggningsarbete i ett område i de södra delarna av området följas av anläggningsarbete mera österut för att minimera risken att sediment från olika lokaliseringar ackumuleras.

### 3.2. Driftfasen

Under driftfasen begränsas verksamhet vid vindkraftverken till schemalagd service och underhåll samt oplanerade reparationer. I huvudsak skiljer sig drift av vindkraftverk till havs från vindkraftverk på land på två punkter:

- Arbete till havs begränsas av väderförhållandena som kan omöjliggöra åtkomst till vindkraftverken.
- Verksamhet till havs är mycket kostsammare så att planering och dimensionering av komponenter som kan minimera behovet av service blir viktigare.

Vindkraftverken kommer att vara utrustade med avancerade övervakningssystem för att så effektivt förebyggande underhåll som möjligt skall kunna genomföras.

Transporter till och från vindkraftsparken kommer att i huvudsak ske med båt. Under förhållanden som gör det svårt att angöra vindkraftverken med båt kan helikopter användas. På alla vindkraftverk finns livräddningsflottor och utrustning för att personal, om det behövs, t ex om

väderförhållning omöjliggör hämtning, skall kunna vara kvar ett par dygn.

Påverkan under driftfasen finns beskriven i miljökonsekvensbeskrivningen och omfattar bland annat visuell påverkan, magnetfält och undervattensljud.

Visuellt har störst vikt lagts vid att vindkraftsparken illustrerats från ön Storjungfruns norra del eftersom vi bedömer att det där kommer att vistas flest människor. Illustrationerna är gjorda av flera foton från samma plats, sammansatta till en panoramabild. Det medför att när man jämför våra illustrationer med vad man kommer att se från ön så omfattar bilderna ett större synfält än vad ögat har. För att säkra att illustrationen blir rätt både i förhållande till sina proportioner och också utbredning har kontrollpunkter i bilden använts. Kontrollpunkterna är inmätta med GPS och kompass för att kontrollera riktning.

Beräkningar har visat att alternativet med flera kablar till land ger störst magnetfält. Magnetfältet är dock betydligt mindre än det naturliga gravitationsfältet. Det magnetiska fältet beror på strömstyrkan som är högst vid maximal produktion. Störst sannolikhet till maximal effekt finns under vinterhalvåret och totalt bedöms vindkraftverken producera denna effekt ca 10 % av tiden.

Ljud under vatten beror dels på typen av vindkraftverk, dels på typ av fundament. Inga studier tyder ännu på att ljud undervatten är ett problem. Det ljud som sprids kommer i regel från enskilda komponenter, t.ex. växellådan, och dess olika steg. Om undersökningar senare visar på att ljud bör dämpas så är det en teknisk fråga som kan beaktas under konstruktionsfasen för att minimera att vissa ljud sprids ned i konstruktionen.

### 3.3. Avecklingsfasen

Avvecklingskostnaden för Storgrundet är av förstaeliga skäl svår att uppskatta. Hur stor kostnaden blir varierar stort med de antaganden

man gör om fundament och vindkraftverk men också av metallpris och andra priser på återvunnet materialet vid nedmonteringstillfället. Med utgångspunkt från den rapport som Svensk Vindenergi, Energimyndigheten och Consortis presenterade 2008-11-28 bedömer vi att avvecklingskostnaden kommer att uppgå till ca 61 MSEK.

Att avveckla ett vindkraftverk till havs är mera komplicerat än på land. Metoden som används kommer att bero på vilken fundamentstyp det gäller. Hänsyn måste också tas till den kringliggande marina miljön och den kunskap som finns vid avvecklingstillfället. För monopilefundament antas att fundamentet kommer att kapas av någon eller några meter under bottenytan. Pelaren kan sedan lyftas upp hel på en transportbåt. En bedömning som gjorts är att bortscaffandet kan ta en och en halv dag per vindkraftverk.

För gravitationsbaserade fundament är vikten av stor betydelse. Det finns tre möjliga metoder för bortscaffande. Ett alternativ är att använda sig av undervattensskärverktyg för att fördela konstruktionen till mer lätthanterliga delar och därefter förflytta dessa från platsen. De kan bearbetas med hydraulhammare eller betongsax. Ett annat alternativ är medels sprängning erhålla mindre delar som sedan tas bort. Ett tredje alternativ är att ta bort ballasten och sedan använda en pump för att ersätta vattnet på insidan av fundamentet med luft. Fundamentet kan sedan bogseras till land.

Kostnaden för denna delaktivitet beror framförallt på vilken båt som behövs och varaktigheten av operationen. Troligtvis kommer samma båttyp som när fundamentet sattes på plats att användas. Dessa båtar har för närvarande etableringskostnader som uppgår till mellan 500 000 pund och 1 000 000 pund. Dagskostnaden uppgår till mellan 8 000 och 15 000 pund. För att ta hänsyn till dåliga väderförhållanden ingår ett påslag på mellan 30 % och 50 % till den beräknade tidsåtgången.

## 4. KOMPLETTERANDE BEDÖMNING AV MILJÖPÅVERKAN

Det saknas nationella riktlinjer för hur man ska bedöma påverkan av anläggningsarbete på marin miljö. De nationella bedömningsgrunderna för akvatiska miljöer (Naturvårdsverket 2007) är framtagna för att bedöma påverkan på vattenkvalitet och de är inte framtagna för bedömning av andra typer av påverkan. Anläggning av havsbaserad vindkraft förväntas ha mycket liten påverkan på vattenkvaliteten, i synnerhet i områden med god vattenomsättning. Påverkan består istället exempelvis av fysisk förändring av miljön och en förändrad ljudmiljö.

De bedömningsgrunder som används i MKB:n har tagits fram för att möjliggöra en samlad bedömning av påverkan från olika typer av störningar. Bedömningsgrunderna är framtagna av konsultföretaget WSP och graden av påverkan i de olika fallen har fastställts i samarbete med det tyska institutet för tillämpad ekologi, IfAÖ (Institut für Angewandte Ökologie).

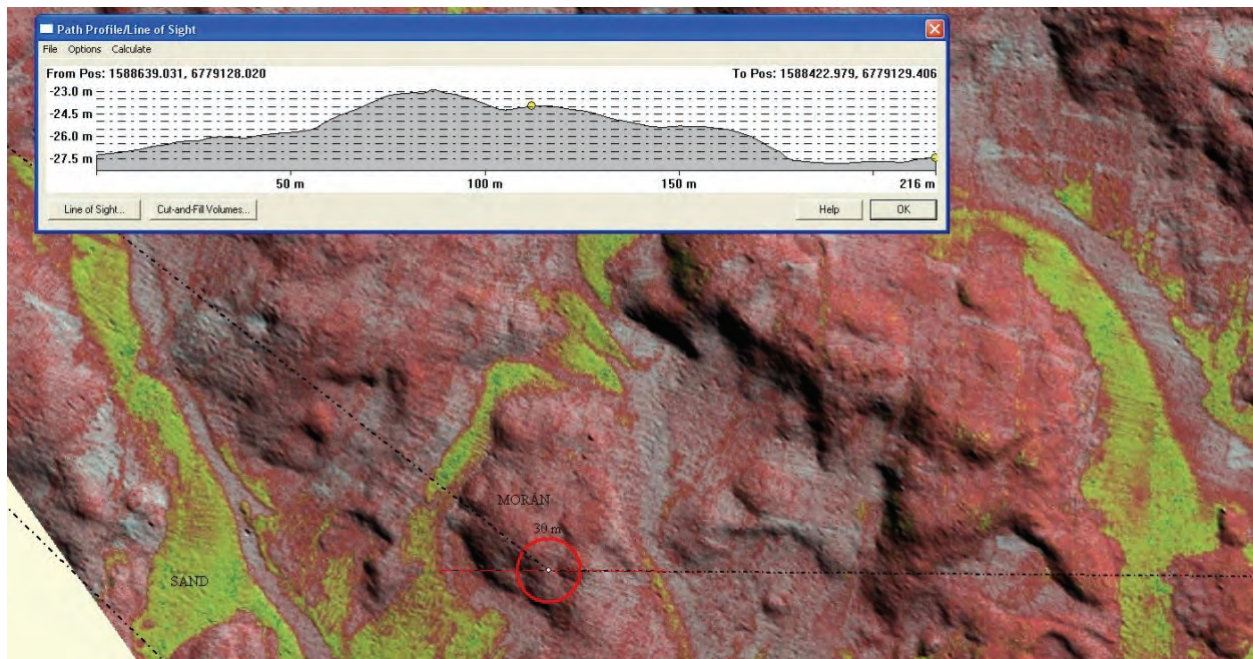
Det är framförallt arbete på botten med mjuka sediment som ger upphov till mycket suspenderat material. Effekterna kan förväntas vara små och lokala på de grunda, algdominerade delarna av Storgrundet där botten huvudsakligen består av sten, block och grus. Effekterna förväntas även vara kortvariga med tanke på den goda vattenomsättningen i området och eftersom fint sediment sköljs bort från grunda områden av vågverkan.

Till skillnad från själva vindkraftverksområdet kommer kabeldragningen att beröra djupa botten med finsediment. I dessa djupa områden finns dock ingen bottenvegetation. I de områden där kabelsträckningen berör områden med bottenvegetation domineras botten av sten och block och effekterna av ökad sedimentsuspension

kommer även här att vara små, lokala och kortvariga.

Det går inte idag att exakt redovisa var kabeln skall förläggas eftersom det starkt beror på var vindkraftverken exakt kommer att placeras, vilket i sin tur beror på resultatet från geotekniska undersökningar som föregår konstruktionsfasen. Av Figur 22 framgår som ett exempel att en elkabel (i figuren en streckad linje) för att ansluta det vindkraftverk som finns placerat i figuren blir helt annorlunda om det flyttas endast drygt 100 m söderut. I stället för att förläggas i den lokala höjden kan den kanske förläggas på botten.

På de platser där fundamenten och kabelläggning gör att vegetationen utsätts för en fysisk störning under anläggningsskedet förväntas dock platserna relativt snabbt bli återkoloniserade. En studie av kabeldragning över sten- och blockbotten vid Yttre Stengrunds vindkraftpark i Kalmarsund visar att två och ett halvt år efter att kabeln lagts ut hade det berörda området, inklusive delar av den utlagda kabeln, återkoloniserats.



Figur 22 Bottenbeskaffenhet för en vindkraft lokalisering vid Storgrundet. Källa: Marin Miljöanalys

## 4.1. Anläggningsfasen

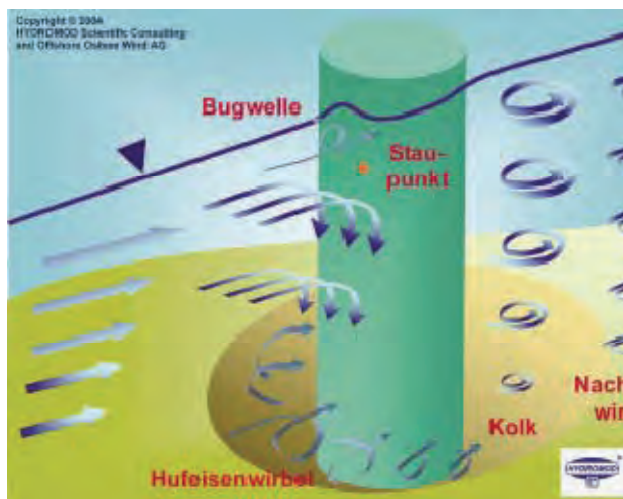
### 4.1.1. Fundament

#### Monopile

All utrustning som används uppfyller internationella krav på utformning för att minimera och förhindra oljespill. De aktiviteter som främst påverkar omgivning är borrhningen och gjutning/tätningen med murbruk. På platsen för vindkraftverken och kabel har bottenprover tagits och analyserats utifrån deras kemi (MKB avsnitt 5.5.2). I vindkraftsområdet har inga föroreningar identifierats varvid man kan utgå från att spridning av föroreningar från mänskliga aktiviteter inte kommer att förekomma från den platsen. De föroreningar som hittats har återfunnits i de partier längs kabelsträckningen som innehåller mjukbotten, främst på större djup som inte är påverkade av is. I den miljökemiska analysen har inte halten dioxin i det orörda materialet undersökts.

Det material som transporteras upp från borrhålet kommer att medföra att vattnet grumlas. Det tyngre materialet såsom sten, sand och grus sedimenterar relativt snabbt i närheten av platsen medans finare material kan föras längre beroende av de lokala strömningsförhållandena vid tillfället för borrhningen.

Om det bedöms att de material som omger fundamenten kan påverkas av vattenströmmar längs botten negativt (Figur 23) så behöver ett skydd t.ex. av sten läggas runt fundamentet.



Figur 23 Schematisk bild över virvelbildning runt ett fundament. Källa: Offshore Osteende Wind

### Gravitationsfundament

Den huvudsakliga påverkan på omgivningen som ett gravitationsfundament ger upphov till sker när botten förbereds, planeras, för fundamentet. Arbetet med att jämna till eller utjämna botten kan t.ex. ske med utfyllnadsmassor, genom grävning eller med sugteknik. Den sistnämnda tekniken innebär att bottenmaterialet sugas upp varvid grumling i stort kan undvikas. Om grävande metoder används så blir grumlingspåverkan begränsad. I första hand kommer materialet att skyfflas till sidan av platsen för fundamentet alternativt grävas varvid det mesta av materialet ligger fast i en skopa medans det flyttas.

#### 4.1.2. Påverkan på fisk

##### Grundets betydelse som lekplats

Ett omfattande provfiske har genomförts i enlighet med Fiskeriverkets rekommendationer. Provfiskena genomfördes av fiskeexperter med god erfarenhet från fiskeprovtagningar. Undersökningarna genomfördes med vedertagna metoder, framtagna i samråd med Fiskeriverket. Undersökningen av könsmognad baseras på färskt material. Skalan som har använts för att bedöma könsmognadsgrad är 1 = ej könsmogen / 2 = under utveckling / 3 = könsmogen / 4 = utlekt / 9 = missbildad gonad.

Resultaten från provfisket visar att könsmogen strömning uppehåller sig på Storgrundet både i maj och i augusti. Undersökningarna ger inte svar på exakt var fisken leker, men det kan inte uteslutas att Storgrundet utnyttjas som lekplats.

Det framgår av majfiskerapporten (på sidan 23) att 98,6% av 3055 st strömningar var köns mogna. Huvuddelen av fångad strömning var närapå lekmogen med väl utvecklade gonader (se sidan 27 i rapporten från majfisket). Bedömningen kan således göras att strömmingsleken under dessa förutsättningar sker inom kort dvs under slutet av maj. Vattentemperaturen påverkar strömmingsleken och temperaturen varierar från år till år. Detta gör att tidpunkten för strömmingslek också varierar mellan åren.

Både förekomsten av strömning på Storgrundet och andelen av denna strömning som var köns mogen var betydligt högre i maj än i augusti. Fångsten i maj var ungefär dubbelt så stor som fångsten i augusti och i maj var över 98 % av strömningen lekmogen, till skillnad från 35 % av honorna och 74 % av hanarna i augusti. Detta indikerar att det värlekande beståndet i området är större än det höstlekande.

Förekomst av sik på Storgrundet i augusti visar att arten förekommer i området åtminstone under delar av året. Siken leker på 0,5 till 6 meters djup, vid områden med sand- eller grusbotten, så det går inte att utesluta att arten kan leka på Storgrundet. Sikens lek är dock förlagd till senhösten. Ofta anges perioden november till december, i vissa fall även oktober och december.

##### Påverkan under anläggningsfasen

Den aktivitet som under anläggningsfasen bedöms kunna ge störst påverkan på ljudmiljön över och under vatten är den fartygstrafik som kommer att ske i utbyggnadsområdet. Pålning som anläggningsmetod är inte aktuellt.

Anläggningsarbeten sker på ett avgränsat område i taget och övriga områden på grundet hålls därmed med mindre störningar än där anläggningen sker för tillfälligt. Ljudet från fartygen kommer till sin karaktär att likna övrig fartygstrafik i området.

Utifrån dessa värden bör en förskjutning av anläggningsskedet göras till efter maj.<sup>1</sup> Sökanden avser att vidta försiktighetsåtgärder som innebär att tiden för anläggningsskedet förläggs med hänsyn till strömmingen. Påverkan på bottenlevande ryggradslösa djur

Samtliga djur som hittades på Storgrundet är vanliga i liknande miljöer både på utsjögrund och vid kusten. Den direkta habitat förlusten för djuren blir mycket liten eftersom fundamenten bara tar upp en liten del av den totala bottenytan och en del av denna förlust kan kompenseras genom tillförsel av nya hårda ytor på fundamenten. Under anläggnings- och avvecklingsskedena kan en något större del av Storgrundets yta påverkas av fysisk störning och ökad sedimentation, men denna påverkan väntas bli mycket tillfällig. Sammantaget bedöms därför påverkan bli ringa.

#### 4.1.3. Påverkan på växtlighet

Den direkta habitat förlusten för alger blir mycket liten eftersom fundamenten och kabel bara tar upp en liten del av den totala bottenytan och en del av denna förlust kan kompenseras genom tillförsel av nya hårda ytor på fundamenten. Under anläggnings- och avvecklingsskedena kan en något större del av Storgrundets yta påverkas av fysisk störning och ökad sedimentation, men denna påverkan väntas bli mycket tillfällig och algsamhällena förväntas kunna återhämta sig snabbt. Sammantaget bedöms därför påverkan bli ringa till måttlig.

---

<sup>1</sup> "Spring spawning at the Swedish coast (Sub-division 25) is concentrated to the northern archipelago of the Hanö Bight during April and May. Scuba diving studies indicate that spawning is confined to temperatures between 5.5 to 15 °C and occurs in very shallow waters from 0.5 to 5.5 m (Elmer 1982). Eggs are deposited mostly on *Zostera marina* but also on other phanerogams and benthic algae (e.g. *Fucus vesiculosus*). " ....

"The highest spawning intensity is observed in the end of May – beginning of June, by water temperatures around 9.5 – 16.9 °C (Kornilovs 1994). »  
<http://www.clupea.net/stocks/NEAtlStocks/CBSSH/CBSSHer.html>

#### 4.1.4. Påverkan på säl

Gräsäl, som är skyddad enligt Habitat direktivet, kan påverkas av en förändrad bullermiljö vid vindkraftsutbyggnad på Storgrundet. De närmaste viloplatserna för gräsäl ligger mer än 25 km från Storgrundet, så ingen påverkan förväntas på sälar på land. Däremot kan födosökande sälar påverkas. På grundval av studier vid andra vindkraftsparker, som visar att sälar inte undviker att vistas i anslutning till vindkraftverken, bedöms risk för påverkan endast vara aktuell under anläggningsskedet och främst uppkomma om fundamenten anläggs genom pålning. Om en störning uppstår kommer den därmed att vara begränsad i tid till anläggningsskedet och endast innebära att sälarna skräms iväg från en del av sitt potentiella födosöksområde. Denna påverkan bedöms vara ringa.

#### 4.1.5. Påverkan på marinarkeologiska objekt

Resultatet från gjorda seismiska undersökningar redovisas i miljökonsekvensbeskrivningens avsnitt 5.8. Materialet har granskats av kunnig och erfaren marinarkeolog, Göran Ankarlilja på Aqua Arkeologen Sverige. Såsom tidigare beskrivits så kommer ytterligare bottenundersökningar att genomföras för att få exakt kunskap om botten precis där kabel ska dras och där fundament anläggs. Arbetet kommer att genomföra i samarbete med länsstyrelsen och övriga relevanta myndigheter i enlighet med vad som diskuterats under samråden. På detta sätt framkommer information om var eventuella vrak finns så att fornlämningar kan undvikas vid anläggandet av verken och kabeln.

Det kan påvisas i Norrlandsleden I och II att följande tre vrak finns förlist på Storgrundet. Förlisningsplats för gal. "Zephyr" som strandade 1865. Förlisningsplats för skon. "Rapid(e)" 1865. Förlisningsplats för S/S "Oxon" av Hull 1889. På sidan 80 i MKBn återfinns lista över möjliga alternativa koordinater som kan vara något eller flera av dessa förlista skepp.

## 4.2. Driftfasen

### 4.2.1. Påverkan av elektriska och magnetiska fält

Elektriska fält uppstår vid överföring av elektrisk kraft i praktiken enbart bara vid luftledningarna eftersom fältet beror av avståndet mellan ledningarna och markens nollpotential.

Magnetiska fält alstras när en ström flyter i en ledare och beror på den effekt som överförs i kabeln. Det magnetiska fältet avtar mycket snabbt med avståndet och är lägre i en växelströmskabel än i en likströmskabel. En annan skillnad är att fältet från en växelströmskabel även ändrar till skillnad från ett likströmsfält som är statiskt.

Magnetfält från de planerade växelströmskablarna är lågt, 5-10  $\mu\text{T}$  1 m från kabel vid maximal produktion vilket uppstår drygt 10 % av året och är betydligt mindre än det naturliga jordmagnetiska fältet (ca 50  $\mu\text{T}$ ).

Inom vindval har en specialstudie genomförts om ålars vandringsbeteende kring växelströmskablar och potentiella effekter av elektromagnetiska fält.

Tidigare studier kring likströmskablar har visat att fiskens inbyggda kompass störs av det elektromagnetiska fält som omger kablarna.

Fisken ändrar riktning i närheten av kabeln. När fisken kommit ur fältet återgår den till sin tidigare kursriktning men har då fått en förskjutning i sidled. Håkan Westerberg (Fiskeriverket) berättar i Vindval rapport 620-8310-6 att myndigheten ville ställa samma fråga kring växelströmskablar mest för att kunna avfärda den. "Det var vår utgångspunkt att vi inte trodde det skulle finnas någon effekt eftersom det jordmagnetiska fältet inte blir stört på samma sätt av växelström där magnetfältet växlar 50 gånger per sekund.

Studien genomfördes vid en växelströmskabel mellan Öland och fastlandet. Fyra linjer med registrerande bojar placerades tvärs över sundet; norr, söder och mitt över kabeln. Totalt 60 st blankålar märkta med sändare släpptes ut vid två försökstillfällen en bit norr om bojlinjerna. Hur lång tid det tog för ålen att passera de olika

bojlinjerna kunde på så sätt mätas. Alla ålar som gick söderöver passerade området om än med en viss fördröjning. Håkan Westerberg menar att det inte är en stor effekt och på så sätt inte speciellt oroande snarare mer förbryllande.

### 4.2.2. Påverkan av ljud

Påverkan av ljud under driftfasen finns beskrivet i miljökonsekvensbeskrivningen (3.4.3).

### 4.2.3. Påverkan på sträckande fågel

Fyra arter sträcker förbi Storgrundet på ett sådant sätt att de bedöms kunna påverkas av en vindkraftsutbyggnad: stor- och smålom, sädgås och sångsvan. Studier från andra vindkraftverk visar att lommar väjer kraftigt för vindkraftverk och helt undviker att flyga in i vindkraftsparker. Även gäss och svanar undviker att flyga i närheten av vindkraftverk. Risken för kollisioner bedöms därför vara mycket låg. Ingen av dessa arter är i riskzonen för att lockas till markeringsljus, något som ses hos flyttande tättingar. Att fåglarna undviker verken innebär en marginell förlängning av deras flyttväg. Sammantaget bedöms därför påverkan på sträckande fågel bli ringa.

### 4.2.4. Rovfågelhäckningar på Storjungfrun

Enligt uppgifter från en lokal ornitolog häckar 1-2 par lärkfalk och 1 par havsörn på Storjungfrun (muntlig uppgift från Stefan Persson). Trots havsörnshäckningen på Storjungfrun angav representanter för Gävleborgs Läns Ornitologiska förening (GLOF), den lokala föreningen av Sveriges Ornitologiska förening (SOF), att de är positiva till anläggandet av en vindkraftpark på Storgrundet. Enligt dessa ornitologer flyger havsörnarna inte så långt ut över havet som till Storgrundet. Ingen påverkan förväntas därför på häckande rovfågel.

### 4.2.5. Påverkan på fladdermöss?

Kunskap om att fladdermöss flyger ut över havet för att jaga är ny. Det är möjligt att födosökande och/eller flyttande fladdermöss passerar Storgrundet. Studier i Kalmarsund har visat att

fladdermöss endast flyger ut över havet vid mycket låga vindhastigheter och vid migrering under begränsade perioder. Det finns goda möjligheter att styra ned driften av verken under sådana vindförhållanden om det visar sig att så är fallet vid Storgrundet. Detta gör att påverkan på fladdermöss kan styras till att bli ringa. Mot den bakgrunden har bedömning gjorts att det inte är nödvändigt med ytterligare fladdermusinventering

#### 4.2.6. Påverkan på riksintresse för naturvård

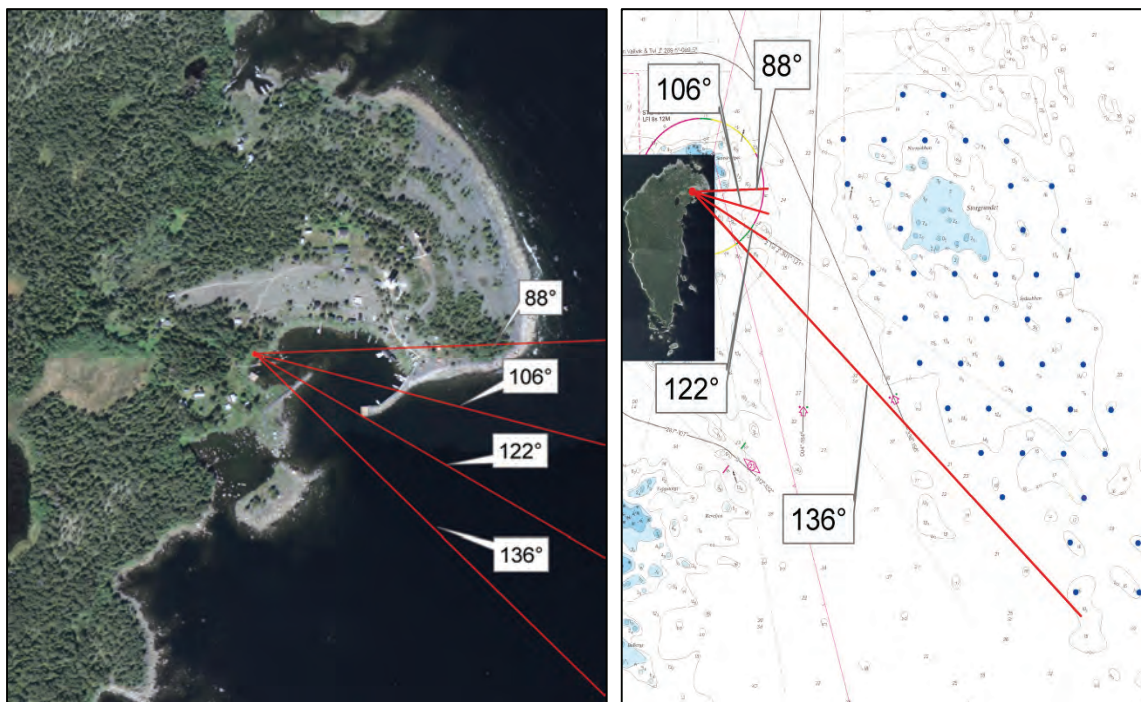
Riksintresset för naturvård i området öster om Storgrundet gäller till stor del naturvärden på land, vilka inte bedöms påverkas av vindkraftsutbyggnad på Storgrundet. Öarna mellan Gåsholma och Storjungfrun är viktiga häckningsplatser för sjöfågel, vilka skulle kunna störas av ökad båttrafik i samband med kabeldragningen. Aktiviteterna kommer att förläggas så att påverkan på häckningen blir så liten som möjligt. Kabeln kommer att dras på 200 m avstånd från närmaste ö, vilket gör att risken för påverkan på häckningslokaler för sjöfågel är liten.

På ön Storjungfrun och söder om ön i den marina miljön planeras ett naturreservat. Avsikten med naturreservatet är att bevara naturen på ön, den marina miljön söder om ön och kulturlämningarna i reservatet. Vidare ska Storjungfrun bevaras för friluftsliv, rekreation och turism. Området för naturreservatet sträcker sig runt ön och inkluderar det marina närområdet runt ön. Naturreservatet ligger inte inom området för vindkraftsparken. Skötselområdet avser att skydda bland annat häckande fåglar samt vissa algbestånd.

Storjungfrun är även intressant som bad- och utflyktsmål, men påverkan på rekreation och friluftsliv bedöms vara ringa (se MKB Storgrundet, kapitel 7.12). Sammantaget bedöms påverkan på riksintresset för naturvård att vara ringa.

#### 4.2.7. Påverkan på landskapsbilden

Påverkan för Storjungfruns utsikt tas upp under Landskapsbild. Bedömningen av påverkan på landskapsbilden har av sökanden bedömts som stor (avsnitt 7.6.3 i MKB:s).



Figur 24 Placering av fotopunkt samt riktning mot vindkraftsparken Storgrundet.



För att reducera påverkan har vindkraftspark Storgrundet utformats så att så stor del av de centrala delarna av hamnen (norra delen) skall få så fri horisont som möjligt. I miljökonsekvensbeskrivningen, avsnitt 7.6 redovisas påverkan på landskapsbilden. Omfattande visualiseringar med fotomontage i panoramaformat har redovisas för att beskriva påverkan på landskapsbilden. Panorama bilderna bygger på flera bilder tagna från samma plats. Fotopunkten är vald för att representera en så stor påverkan på horisonten som möjligt från den del av ön där människor vistas mest. Alla foton är tagna med ett kameraobjektiv som motsvarar 50 mm brännvidd med en vanlig analog kamera (35 mm film) för att motsvara det ögat ser. De bilder som sammansatts till ett panorama har kontrollerats mot kompassriktningar, GPS-mätta kontrollpunkter och placering på ortofoto (flygfoto med geografisk information), Figur 24. För att på bästa sätt visa på hur påverkan på horisonten förändras beroende av var i hamnområdet observationen görs, har en film som beskriver projektet skapats, filmen återfinns på projektets hemsida ([www.wpd.se](http://www.wpd.se)).

Vindkraftsparken kommer att utrustas med hinderbelysning enligt de direktiv som Luftfartsstyrelsen och Sjöfartverket beslutar. För att minimera påverkan kommer en framställan till myndigheterna att göras som innebär att endast de vindkraftverk som utgör området hörn utrustas med hinderbelysningen. Enligt Luftfartsstyrelsen kan ljusen utformas så att de inte lyser nedåt inom en radie på 5 km. Hinderbelysningens utformning regleras av Luftfartsstyrelsens i dess författningssamling (LFS 2008:47).

Utvecklingen av vindkrafttekniken går snabbt och vi vet idag att vindkraftverk med en rotordiameter på mer än 150 meter är under utveckling. Vi har därför kompletterat våra visualiseringar med ett panorama montage som bygger på vindkraftverk med 150 meters rotor. Visualiseringen redovisas i bilaga 5.3. Alla visualiseringarna är begränsade till en totalhöjd av 180 meter.

### 4.3. Avvecklingsfasen

Under avvecklingsfasen kommer inte verksamhetens påverkan på miljö inte att skilja sig nämnvärt från anläggningsfasen. De förutsättningar och den kunskap som då finns får avgöra om konstruktionerna skall avlägsnas helt delvis eller användas till nya vindkraftverk.

## 5. BILAGOR

### 5.1. Lokalisering

### 5.2. Riksintressen samt övriga skyddade områden.

Redovisade figurer återfinns i MKBn fast i mindre format (figur 5.25 till 5.28)

### 5.3. Kompletterande visualiseringar

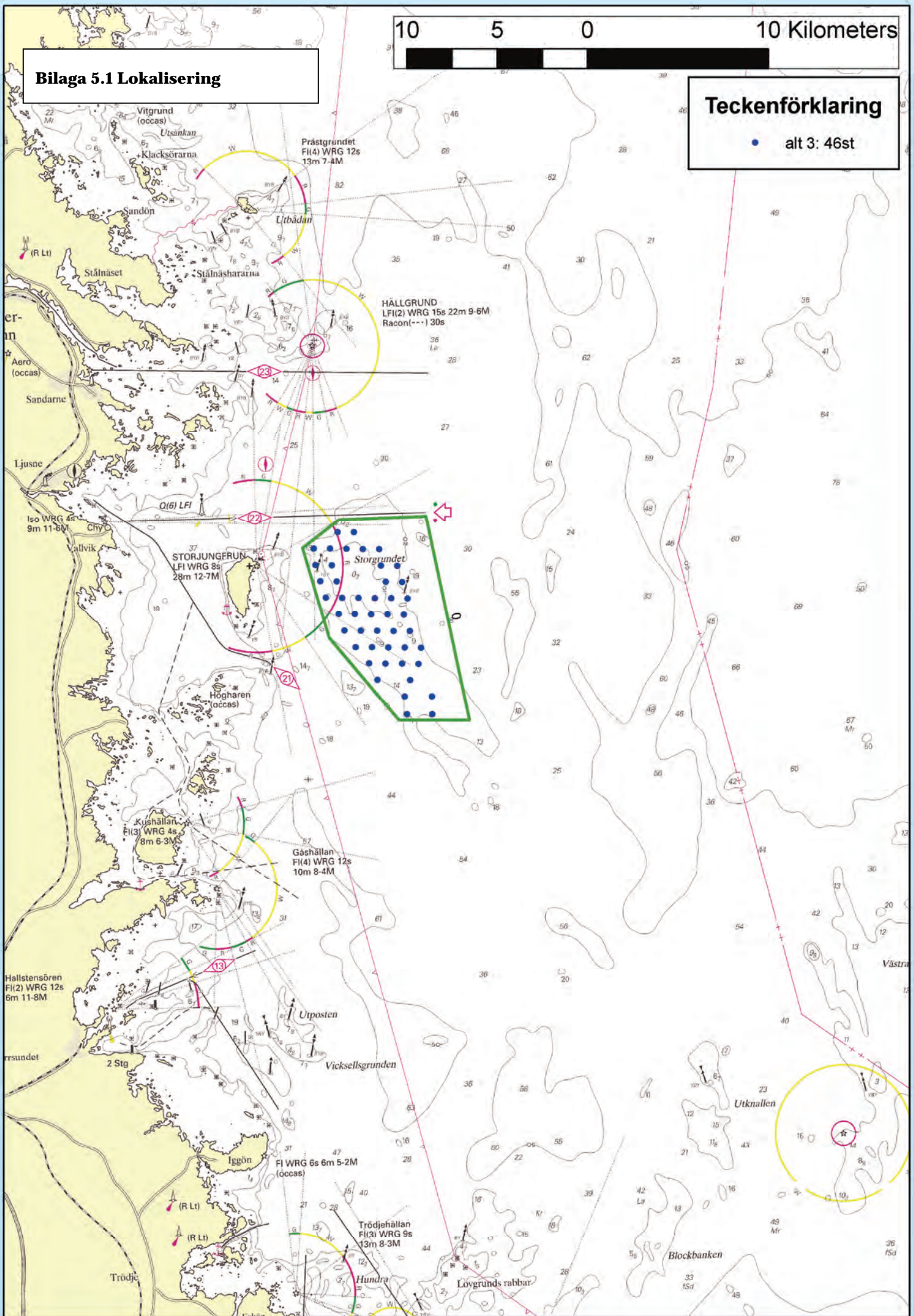
Kompletterande visualiseringar med transformatorstation samt vindkraftverk med större rotor (150 meter)



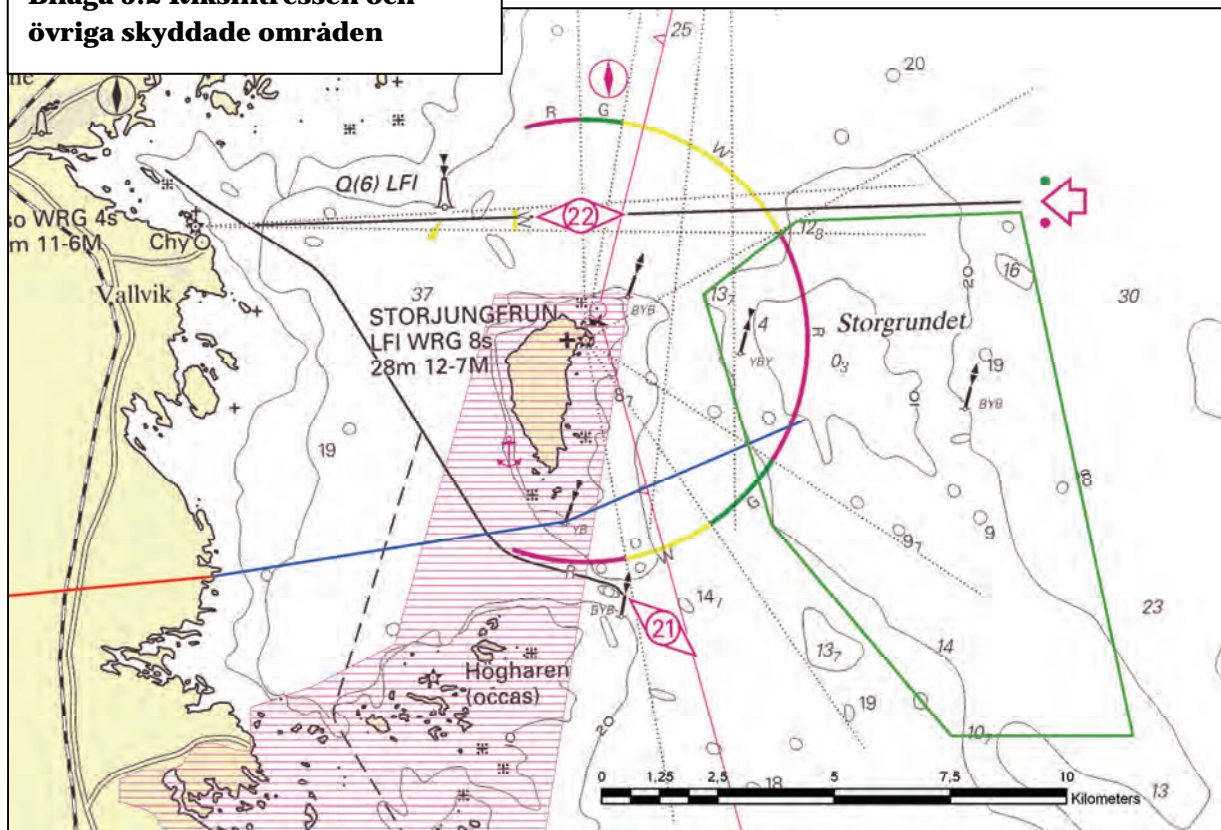
# Bilaga 5.1 Lokalisering

# Teckenförklaring

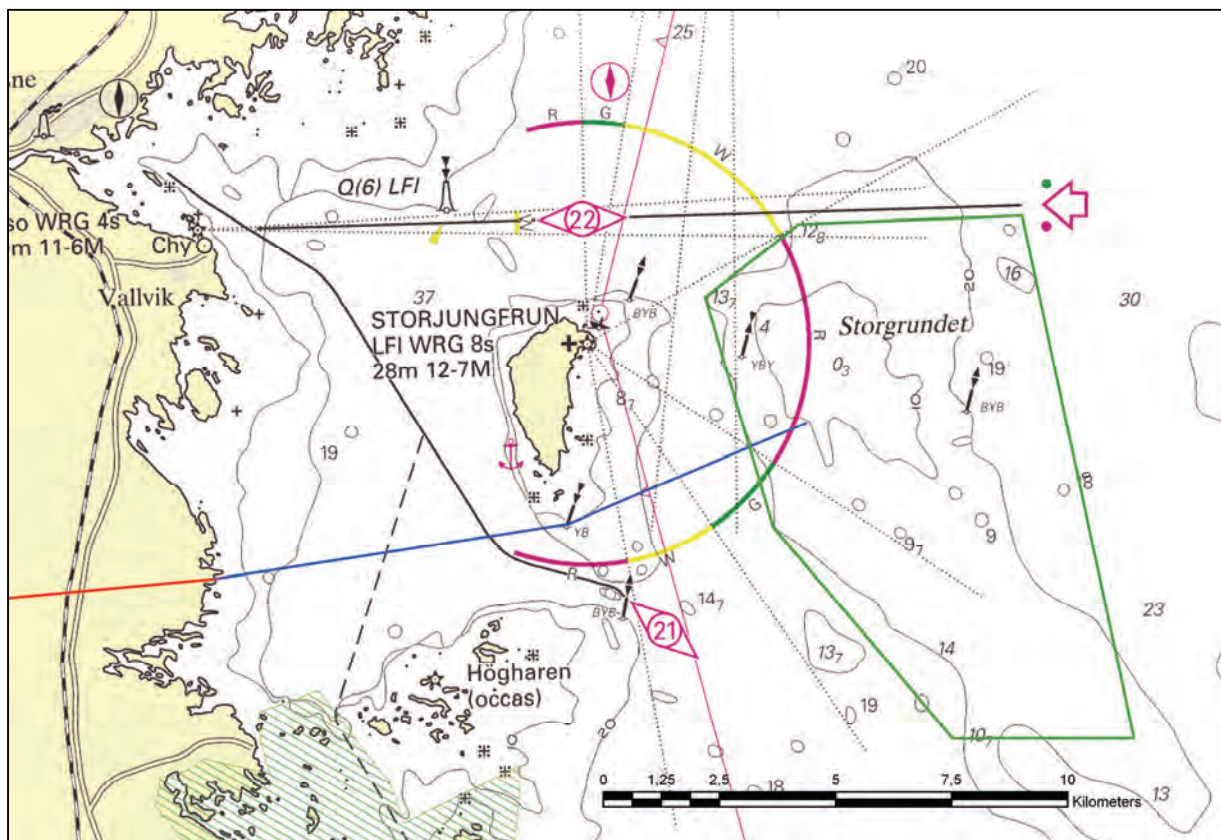
- alt 3: 46st



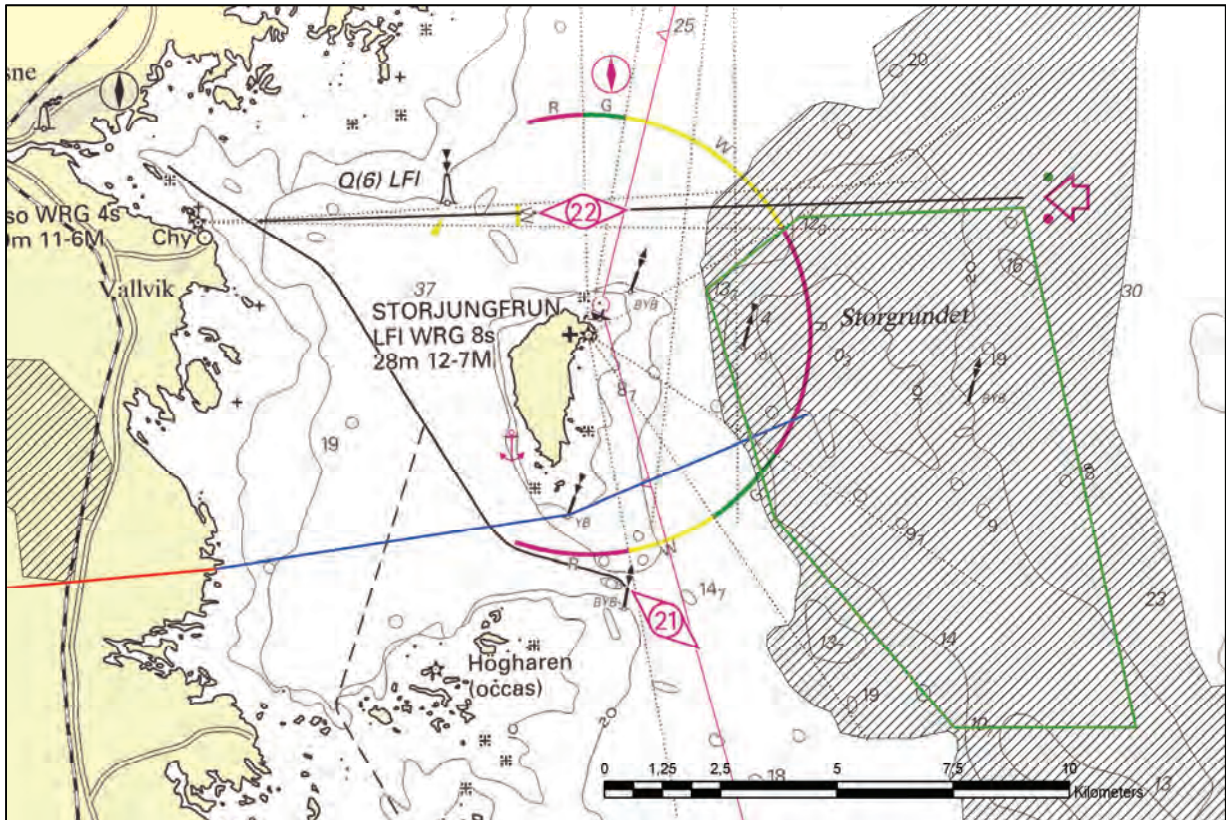
**Bilaga 5.2 Riksintressen och  
övriga skyddade områden**



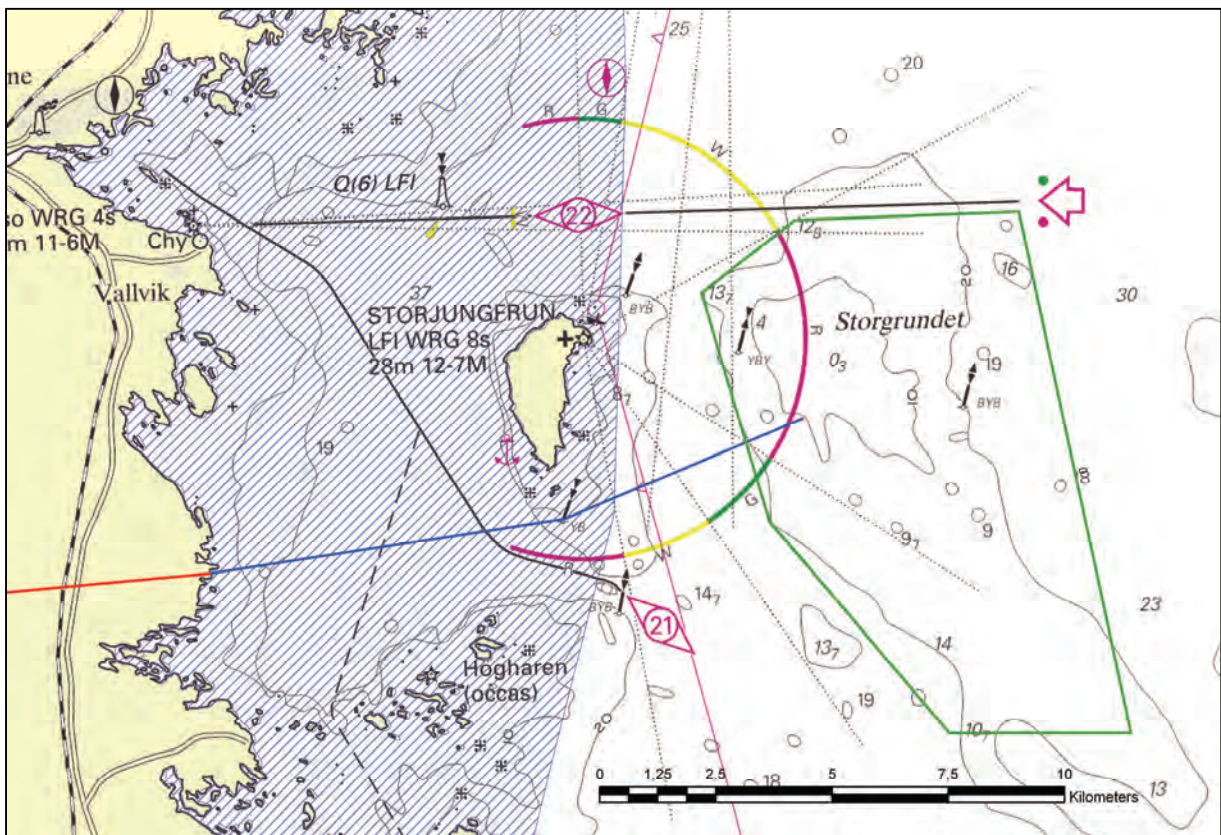
Figur 5.25. Riksintresse för Naturvård. Bildkälla Länsstyrelsen i Gävleborg.



Figur 5.26. Område utpekat som Natura 2000 och Naturreservat. Bildkälla Länsstyrelsen i Gävleborg.



Figur 5.27 Riksintresse för vindbruk. Bildkälla Länsstyrelsen i Gävleborg.

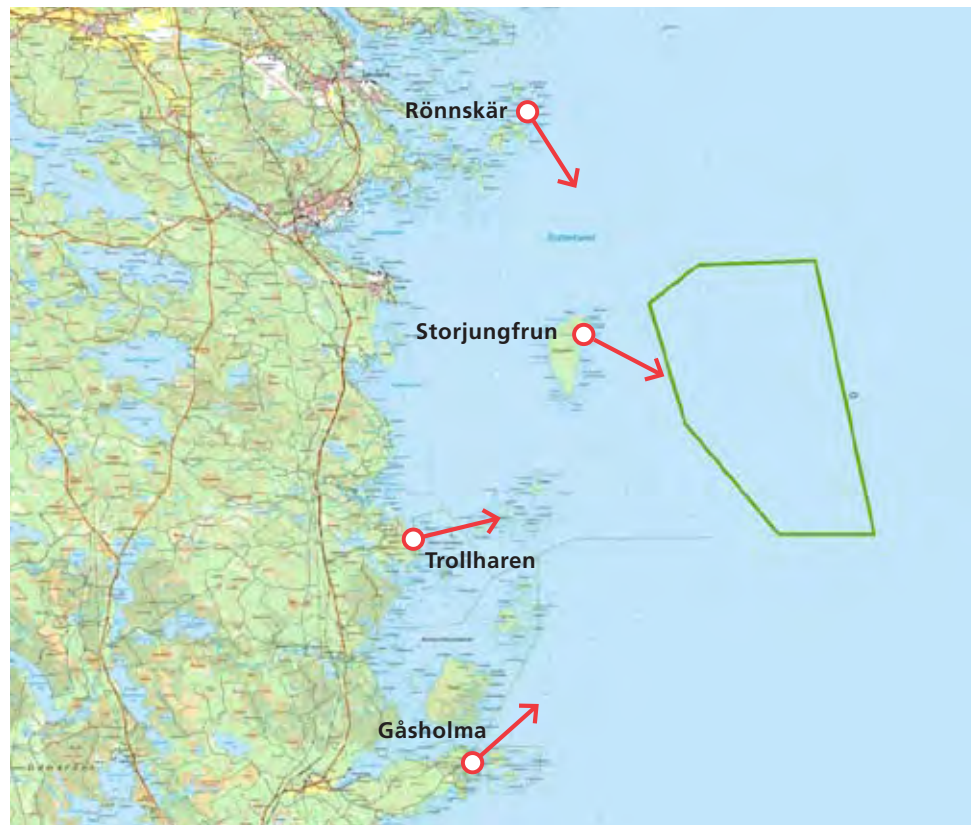


Figur 5.28. Riksintresse för yrkesfisket. Bildkälla Länsstyrelsen i Gävleborg.

# Visualiseringar

46 st. vindkraftverk med navhöjd på 100 m och en rotordiameter på 126 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.

Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 46 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 100 meter och en rotordiameter på 126 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.



# Visualiseringar

46 st. vindkraftverk med navhöjd på 117 m och en rotordiameter på 126 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.



Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 46 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 117 meter och en rotordiameter på 126 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.



# Visualiseringar

46 st. vindkraftverk med navhöjd på 137 m och en rotordiameter på 126 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.

Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 46 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 137 meter och en rotordiameter på 126 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.



# Visualiseringar

53 st. vindkraftverk med navhöjd på 100 m och en rotordiameter på 126 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.

Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 53 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 100 meter och en rotordiameter på 126 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.



# Visualiseringar

53 st. vindkraftverk med navhöjd på 117 m och en rotordiameter på 126 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.

Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 53 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 117 meter och en rotordiameter på 126 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.



# Visualiseringar

53 st. vindkraftverk med navhöjd på 137 m och en rotordiameter på 126 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.



Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 53 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 137 meter och en rotordiameter på 126 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.



# Visualiseringar

70 st. vindkraftverk med navhöjd på 90 m och en rotordiameter på 93 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.

Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 70 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 90 meter och en rotordiameter på 93 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.



# Visualiseringar

46 st. vindkraftverk med navhöjd på 110 m och en rotordiameter på 140 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.

Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 46 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 110 meter och en rotordiameter på 140 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.



# Visualiseringar

46 st. vindkraftverk med navhöjd på 105 m och en rotordiameter på 150 m.

## Fotopunkter



## FAKTA VISUALISERINGAR

Bilderna är tagna på dagtid vid olika tidpunkter.

Synbarheten hos vindkraftverk till havs varierar kraftigt med årstid, tid på dygnet och rådande väderförhållande. Vid reproducering av de färdiga visualiseringarna kan kontrast och färgstyrka förändras något.

Varje visualisering är sammanfogad av 2 till 4 bilder. Under processen med att sammanfoga bilderna roteras och beskärs bilderna något för att passa ihop.

Betraktelseavstånd står angivet till varje visualisering och har till syfte att betraktaren skall kunna uppfatta den planerade vindkraftparken på ett så rättvist sätt som möjligt.

Visualisering från Storjungfrun. Park bestående av 46 st. verk. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 3 500 meter. Vindkraftverken har en navhöjd på 105 meter och en rotordiameter på 150 meter. Bilden skall betraktas på ett avstånd av 33 cm.





Storgrundet Offshore AB  
c/o wpd Scandinavia AB  
Ferkens Gränd 3  
SE-111 30 Stockholm

Phone: + 46(0)8 501 091 50  
Fax: +46(0)8 501 091 90

Web: [www.wpd.se](http://www.wpd.se)