

6 Utformning av vindkraftsanläggningen

6.1 Produktion

Den totalt installerade effekten kommer att bli av samma storleksordning som enligt gällande tillstånd, 640 MW. Dock innebär ändringsalternativet en väsentligt större mängd producerad förnybar el per vindkraftverk (MWh). Till följd av vakeffekter, dvs. avtagande vindstyrkor då vinden passerat vindkraftparken inom danska Kriegers flak, är det möjligt att den optimala layouten inte blir 640 MW utan något lägre. Effekten ger en produktion om 1,2–2,0 TWh som motsvarar förbrukningen av hushållsel för cirka 200 000–400 000 hushåll.

Riksdagen har antagit en planeringsram till år 2020 innebärande att 30 TWh per år ska produceras från vindkraft, varav 10 TWh ska produceras till havs [1]. Under 2015 uppgick den installerade produktionen till 16 TWh [2]. Planerad vindkraftpark kommer att producera upp till cirka 2 TWh, dvs. 20 % av riksdagens mål för havsbaserad vindkraft. Enligt energiöverenskommelsen är målet att Sveriges elproduktion till år 2040 ska utgöras av 100 % förnybar energi. Sveriges sammanlagda elproduktion uppgår till cirka 150 TWh/år, varav vatten- och kärnkraft utgör vardera cirka 60 TWh, vindkraft för 15 TWh och biobränsle cirka 15 TWh.

6.2 Vindkraftverk

Ett vindkraftverk utgörs av rotorblad och maskinhus/nav (nacell), torn samt fundament. Gällande tillstånd omfattar 128 vindkraftverk med en totalhöjd upp till 170 meter.

Av skäl som tidigare nämnts syftar ändringen till möjlighet att anlägga en vindkraftpark med moderna och effektiva vindkraftverk. Ansökan avser vindkraft med en totalhöjd upp till 280 meter.

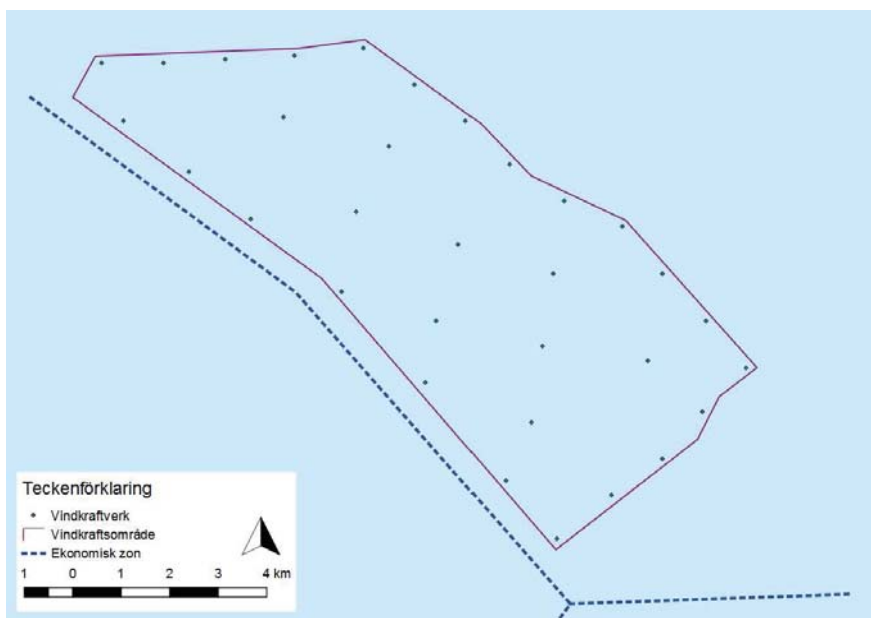
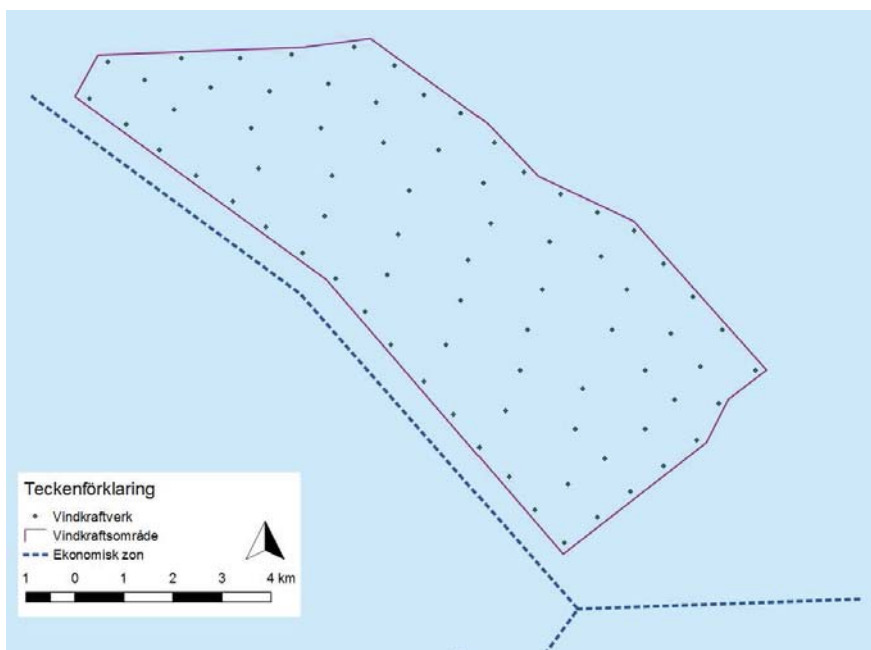
För användning av större vindkraftsturbiner med längre rotorblad krävs högre tornhöjd. Större vindkraftverk medför att antalet vindkraftverk som kan etableras kommer att reduceras väsentligt då ett visst avstånd måste hållas mellan vindkraftverken. Vid placering av verken måste även hänsyn tas till den vakeffekt som verken orsakar, även vakeffekten från de verk som ska byggas på den danska sidan. Turbiner av en storlek från cirka 8 MW upp till cirka 20 MW kan bli aktuella.

En rotorbladsdiameter från cirka 167 m med en frigång mellan havsytan och bladspetsen på 25 meter upp till en rotorbladsdiameter på 250 m med en frigång på 30 meter kan bli aktuella.

6.2.1 Exempel på vindkraftslayouter

Någon slutlig layout för vindkraftparken kan inte utarbetas förrän det är avgjort vilken turbin som slutligen blir aktuell för svenska Kriegers flak. Av Figur 4 framgår två exempellayouter illustrerande dels en layout vid användning av den minsta turbinen på 8,4 MW, exempellayout 1, som kan användas dels en layout vid användning av den största turbinen som kan bli aktuell på 20 MW, exempellayout 2.





Figur 4. Exempel på utformning med 76 stycken 8,4 MW vindkraftverk (exempellayout 1) respektive 32 stycken 20 MW vindkraftverk (exempellayout 2).

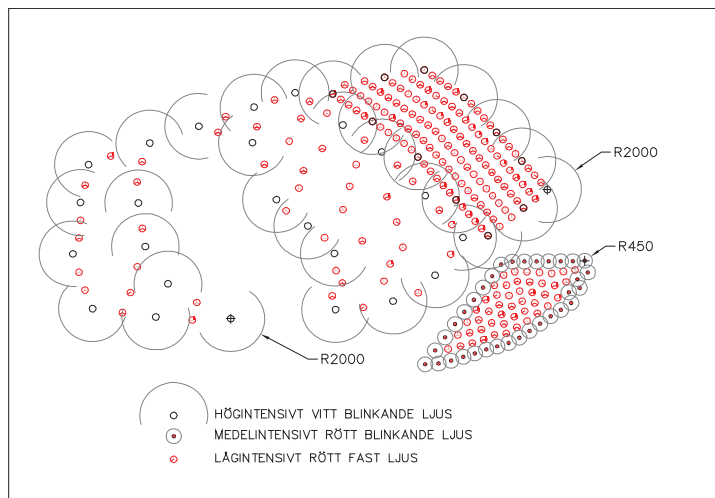
Vid en etablering med de mindre turbinerna kommer rotorbladdiametern att bli mindre innebärande en totalhöjd lägre än 280 meter. Antalet vindkraftverk blir dock fler jämfört med en etablering med de största turbinerna. Vid användning av de största turbinerna kommer den ansökta totalhöjden om 280 meter att erfordras. Dessa layouter är båda exempel och troligen kommer ingen av dem att vara den som slutligen kommer att realiseras.

För bedömning av miljöpåverkan måste dock worst case ansättas innebärande 32-76 stycken vindkraftverk, med en höjd upp till 280 meter. Större turbiner kräver högre verk vilket innebär en utformning med färre antal vindkraftverk inom området jämfört med de tillåtna 128 stycken enligt gällande tillstånd.

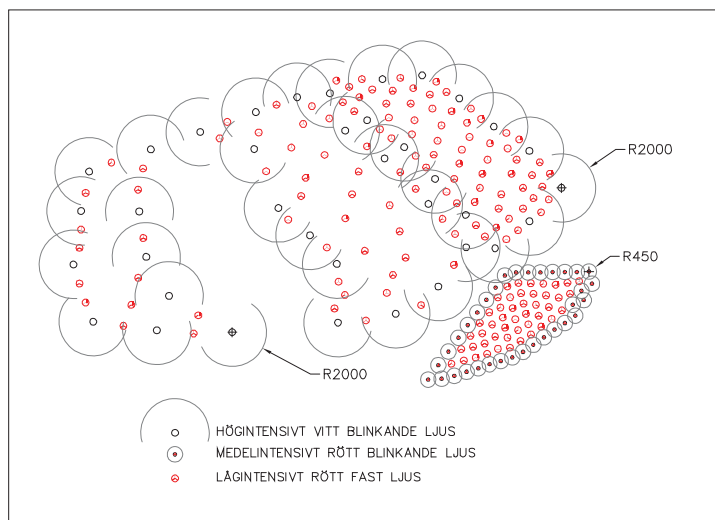


6.2.2 Hindermarkering

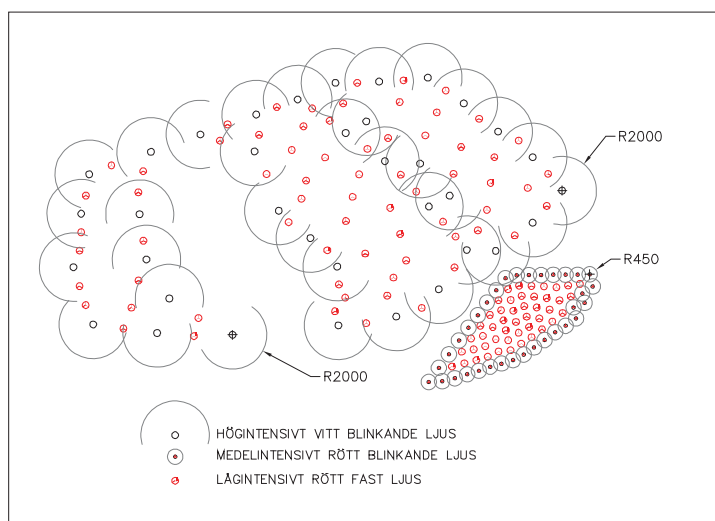
Vindkraftverken utrustas med hinderljus för sjöfart och luftfart så att de kan ses även i mörker, hinderljuslayouter vid olika alternativ visas i Figur 5.



Gällande tillstånd



Exempellayout 1 (76 verk)



Exempellayout 2 (32 verk)

Figur 5. Antaget att motsvarande regler för hinderljus tillämpas i Danmark och Tyskland visas hinderbelysning för exempellayout enligt gällande tillstånd och för de svenska exempellayouterna enligt ändringsansökan samt de tyska och danska vindkraftsparkerna.



Av Figur 5 framgår även hinderljuslayouter för den tyska och den danska vindkraftsparken givet samma regler för hinderljus gäller även i dessa länder.

Krav på hinderljus är lagstadgat och framgår av Transportstyrelsens föreskrifter. Därtill finns ett villkor i gällande tillstånd enligt lag om Sveriges ekonomiska zon: att verken skall utrustas med hinderbelysning enligt gällande regler². Vindkraftverk som är 150 meter höga eller högre omfattas av samma krav på hinderljus. Jämfört med gällande tillstånd kommer dock antalet belysningspunkter att bli avsevärt färre vid exempellayouterna enligt ändringsansökan.

För vindkraftverk av aktuell höjd gäller att högintensiv blinkande vit hinderbelysning ska placeras på de yttersta verken i en större vindkraftspark, så att en säkerhetszon på 2 km utanför uppnås. Övriga verk ska förses med röd hinderbelysning som ger kontinuerligt lågintensivt sken. Med högintensiv ljusstyrka menas 100 000 cd dagtid, 20 000 cd gryning/skymning, samt 2 000 cd nattetid. Både röd och vit belysning placeras på vindkraftverkens högsta fasta punkt, själva nacellen. För exempellayout 1 innebär det höjden 109 meter och för exempellayout 2 höjden 155 meter.

Totalt för alla vindkraftparker kommer vid exempellayout 1 sammanlagt 37 hinderljus med vitt ljus krävas varav den svenska parken bidrar med 13 stycken. På motsvarande sätt kommer vid exempellayout 2 totalt 35 hinderljus med vitt ljus behöva installeras varav den svenska vindkraftsparken tillför 11 vita hinderljus.

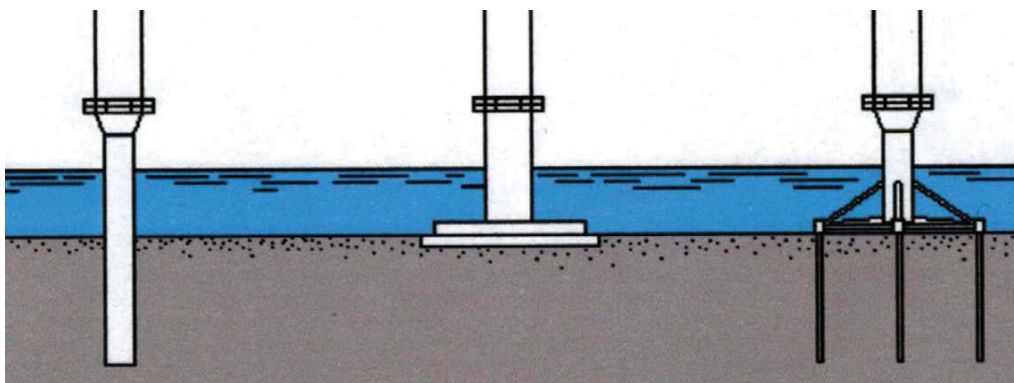
6.3 Fundament

Gällande tillstånd föreskriver ingen restriktion avseende typ av fundament eller utformning. I ursprunglig MKB redovisades följande typer av fundament. Vilken typ av fundament som slutligen nyttjas avgörs först efter mer detaljerade studier av de geotekniska förutsättningarna på varje fundamentsplats. Av den anledningen måste olika typer av fundament kunna komma till användning. Aktuellt fundament dimensioneras beroende på vilket vindkraftverk som blir aktuellt och för att tåla de specifika förhållandena på platsen.

- Monopilefundament, som består av ett stålrör som pålas ner i botten, se Figur 6.
- Gravitationsfundament, som oftast består av betong t.ex. i form av en kon eller av en betongbehållare som fylls med ballast. Fundamentet grävs vanligtvis ner någon meter och står med hjälp av sin egen tyngd, se Figur 6.
- Tripodfundament, som består av en triangulär ramkonstruktion vid vilken tre eller flera stålrör är fästa som pålas ner i botten, se Figur 6.
- Jacket-/fackverksfundament, som är en fackverkskonstruktion med tre eller fyra stålben.

² TSFS 2010:155 med ändringar TSFS 2013:9.





Figur 6. Monopile (vänster), gravitationsfundament (mitten) och tripodfundament (höger). Bild från ursprunglig MKB, Vindkraftspark – Kriegers Flak, miljökonsekvensbeskrivning, Sweden offshore wind AB.

För förankring av fundament kan så kallade suction-buckets komma att användas. Dessa utgörs av en konstruktion med en form som liknar ett uppochnervänt glas som trycks ner i botten varpå luft sugas ut och ett undertryck bildas. Detta är en metod för att fästa monopile-, jacket- eller tripodfundament i botten.

I likhet med tidigare MKB kan inte någon exakt redovisning av vilken fundamentstyp som slutligt kommer att användas presenteras i detta skede av projektet. Fundamentstyp och slutlig design kan avgöras först när en komplett detaljerad geoteknisk utredning föreligger inför upphandling samt att slutlig storlek av verk har bestämts. Därtill påverkar även andra lokala förhållanden, kostnader och typ av vindkraftverk slutligt val av fundamentstyp. Gällande pålningsmetoden finns ny kunskap om bland annat tumlare vilket föranleder att påverkan vid pålning måste studeras särskilt. Ju högre vindkraftverk med större turbiner desto större diameter på stålroret för pålning kommer att krävas.

Vid pålning för 280 meter höga vindkraftverk med 20 MW turbiner kan stålplåtar med en diameter på upp till 15 meter bli aktuella. Maximal pålningsenergi har grovt uppskattats till 5 000 kJ, samt upp till 30 slag per minut. Eventuella pålningsarbeten bedöms pågå i upp till 4,5 timmar per fundament. Dessa uppskattade uppgifter kommer att utgöra indata för beräkning av undervattensljud och bedömning av behov av skyddsåtgärder. Pålens dimension beror av både storleken på vindkraftverket och av de fysiska förhållandena på plats. Vid mindre turbiner och lägre verk kommer pålens diameter att bli mindre. Fundamentstyp och slutlig design avgörs med hänsyn till geotekniska förhållanden och kostnader etc.

I MKB:n till gällande tillstånd hänvisas till uppskattade uppgifter om att fundamenten tar 4 270 m² bottenyta i anspråk, antaget att parken utformas med 60 monopile och 68 tripodfundament, med en påldiameter på 7 respektive 3,5 m. En antagen likartad utformning, dock med fackverksfundament som i dagsläget bedöms troligare för ändringsansökan vid en exempellayout om 32 vindkraftverk med 47 % monopilefundament, med en diameter på 15 m, och 53 % fackverksfundament som förankras i botten med suction-bucket, med en diameter om 10-11 meter beräknas en ungefärlig bottenyta uppta 4 124 m². Vid antagen utformning enligt exempellayouten i ursprunglig ansökan och i denna MKB blir således bottenytan som tas i anspråk av ungefär samma storlek.



I MKB:n för gällande tillstånd finns inga uppgifter om storleken på gravitationsfundament eller om den yta som behöver tas i anspråk. En grov uppskattning är dock att vid färre men större verk kommer ytan inte är öka. Detta baseras på antagandet att ett gravitationsfundament för 5 MW turbiner har en diameter av 25 m medan det för 20 MW turbiner uppgår till 50 m. Vid beräkning för motsvarande scenarier som ovan blir arean i båda fallen 62 800 m². Vid 76 stycken gravitationsfundament uppskattas arean uppgå till cirka 53 700 m². Ändringen bedöms således rymmas inom gällande tillstånd.

Påverkan genom sedimentspridning vid eventuell muddring kan påverka bevarandevärdena inom nytillkommet Natura 2000-område varför påverkan på dessa måste beskrivas.

Användning av suction buckets är en relativt ny teknik och har tidigare använts för förankring av mindre verk och mätmaster. Vattenfall har dock använt denna teknik vid en vindkraftpark utanför Aberdeen omfattande 11 fackverksfundament och turbiner om vardera 8,4 MW och med en totalhöjd av 191 meter.

6.4 Kabeldragning

Inom vindkraftsområdet kommer en matarkabel att förläggas mellan de enskilda verken samt de havbaserade transformatorstationerna. Transformatorstationerna planeras att placeras centralt inom vindkraftsområdet. Stationerna anläggs på plattformar med en storlek på cirka 40×40 meter som troligen förankras med monopile- eller fackverksfundament. Plattformarna kommer att vara belägna cirka 10 meter ovan vattenytan.

Sjökablarna kommer att grävas, plöjas eller spolas ner till ett djup på cirka 0,8-1,0 meter under havsbotten. Där bottenmaterialet utgörs av sten eller block kommer kabeln att förläggas på botten och sedan säkras så att den är fast förankrad.

Ändringsansökan omfattar en kortare sammanlagd kabelsträcka inom vindkraftsområdet, då ändringsansökan omfattar färre verk i förhållande till gällande tillstånd.

