

TEKNISK BESKRIVNING

Vindpark Nycklemossen

2023-12-12



Verksamhetsutövare

Fred. Olsen Renewables AB

Västra Norrlandsgatan 29

903 29 Umeå

Org. Nr: 556591-2077

Kontaktperson

Johan Lindberg, projektledare

Telefon: 073-066 93 48

johan.lindberg@fredolsen.com



Inledning	4
Lokalisering	5
Ansökt verksamhet	6
Vind och produktion	9
Vindkraftverken	10
Fundament	15
Vägar	17
Elnät	21
Övriga hårdgjorda ytor	24
Sammanfattning av vindparkens ytbehov	25
Byggnation	27
Transportbehov	30
Drift av vindparken	31
Avveckling	32
REFERENSER	35

Bilaga 2A. Situationsplan



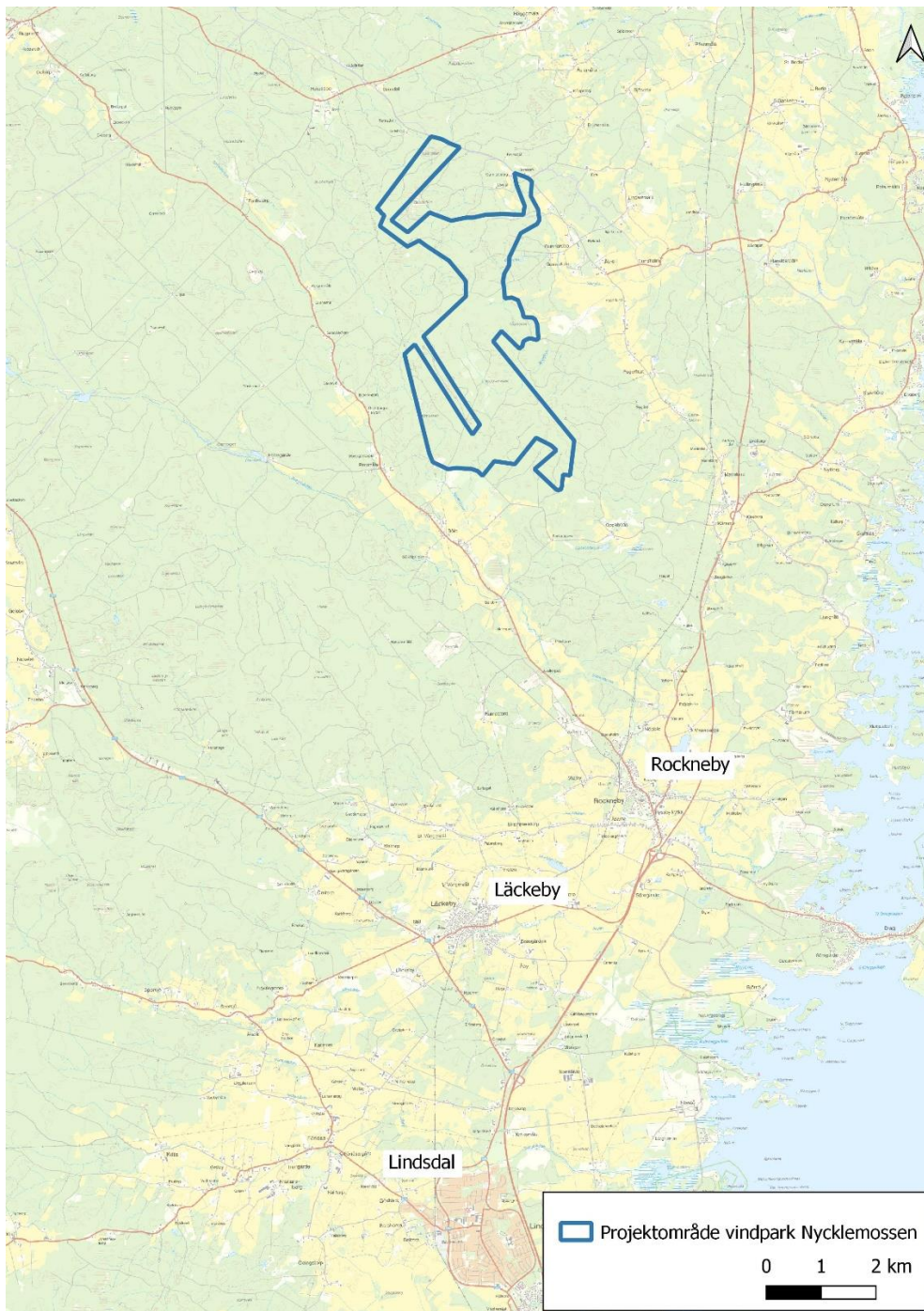
Inledning

Fred. Olsen Renewables AB (Bolaget) avser att ansöka om tillstånd enligt 9 kap. miljöbalken (MB) att uppföra och driva en gruppstation med vindkraftverk inom ett projektområde benämnt Nycklemossen i Kalmar kommun, Kalmar län. Ansökt verksamhet omfattar upp till 16 vindkraftverk inklusive fundament och tillhörande infrastruktur så som, kran- och montageytor, logistikyta, servicebyggnad, transformator, internt elnät (s.k. IKN-nät) samt förstärkning/anläggning av vägar.

Enligt miljöbalken ska ansökan om tillstånd bland annat innehålla tekniska beskrivningar och ritningar med uppgifter om förhållandena på platsen, om produktionsmängd eller liknande, om användningen av råvaror, andra insatsvaror och ämnen samt om energianvändning. Denna tekniska beskrivning (TB) syftar också till att beskriva vindparkens tekniska komponenter och innehåll samt redovisa arbetsmetoder för anläggande av vindparkens väg- och elnät, uppställningsytor med mera.

Lokalisering

Projektområdet för vindpark Nycklemossen är beläget cirka fem kilometer norr om Rockneby, Kalmar kommun och angränsar till Mönsterås kommungräns, se Figur 1. Projektområdet utgör ca 900 hektar och består i huvudsak av produktionsskog med ett tätt nätverk av skogsbilvägar.



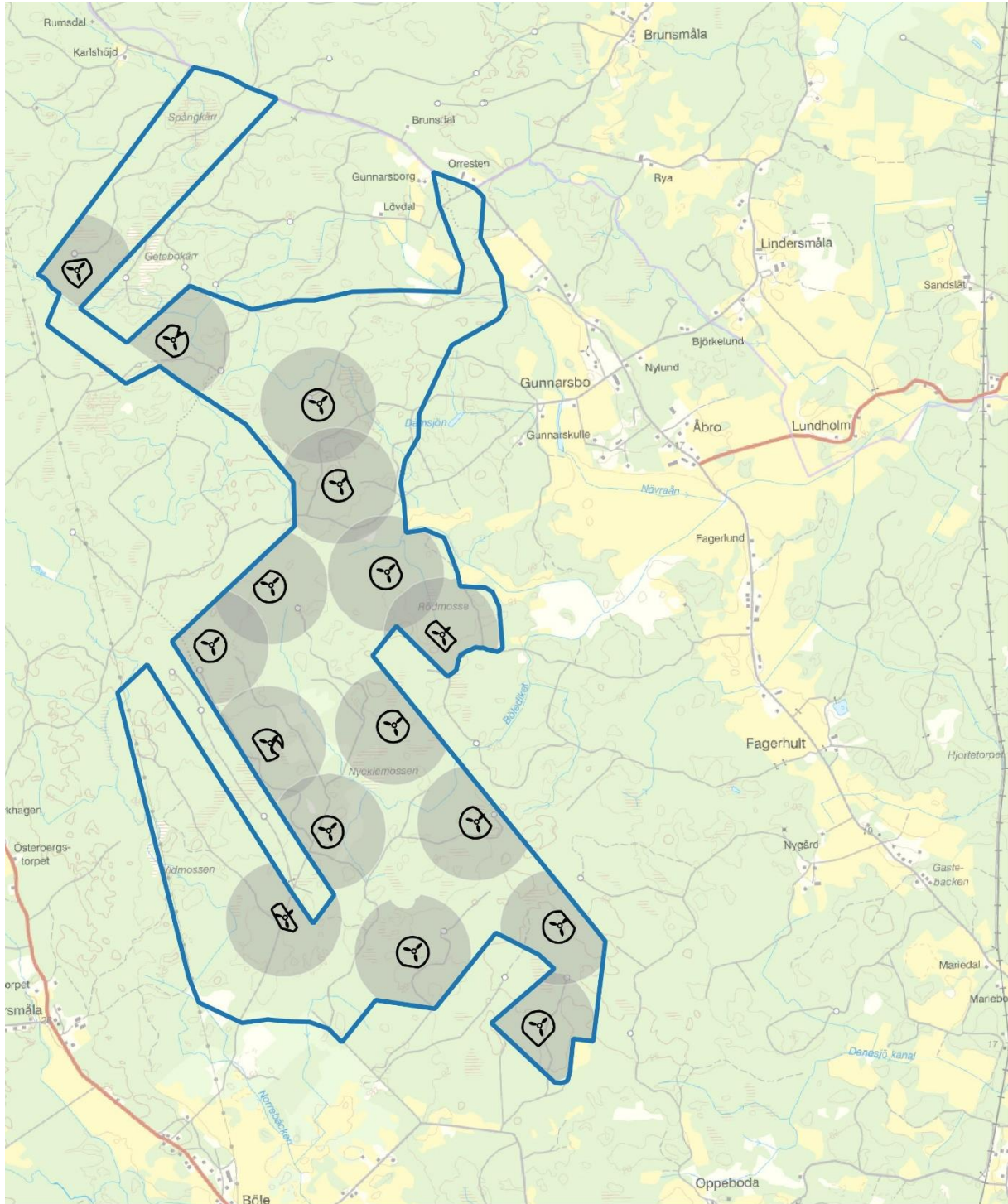
Figur 1. Översiktsskarta Nycklemossen

Ansökt verksamhet

Den ansökta verksamheten består av en gruppstation för vindkraft (vindpark) om maximalt 16 vindkraftverk, med en maximal totalhöjd om 270 meter. Ansökan innefattar ett andrahandsyrkande om tillstånd för 10 vindkraftverk med en maximal totalhöjd om 270 meter.

Den ansökta verksamhet innefattar vindkraftverken och tillhörande infrastruktur så som yta för servicebyggnad och transformator, kran- och montageytor, logistikytor, vägar samt interna elledningsdragningar vilka beskrivs närmare i denna tekniska beskrivning. Vindkraftverken placeras inom en efter motstående intressen anpassad flyttmån om upp till 100 meter. Kran- och montageytor begränsas till att byggas inom etableringsytor som utgör en efter motstående intressen anpassad yta kring respektive vindkraftverk, se Figur 2. Vindkraftverkens vingar kommer kunna svepa utanför etableringsytorna. Vindparken avses anslutas till överliggande regionnät genom icke koncessionspliktigt nät (IKN) inom projektområdet, men koncessionspliktig anslutning kan inte uteslutas (se avsnitt Elnät). Följdverksamhet i form av infartsväg kan komma att beröra område utanför projektområdet.

Ansökt utformning redovisas figur 2 respektive 3 nedan och i situationsplan, bilaga 2A.

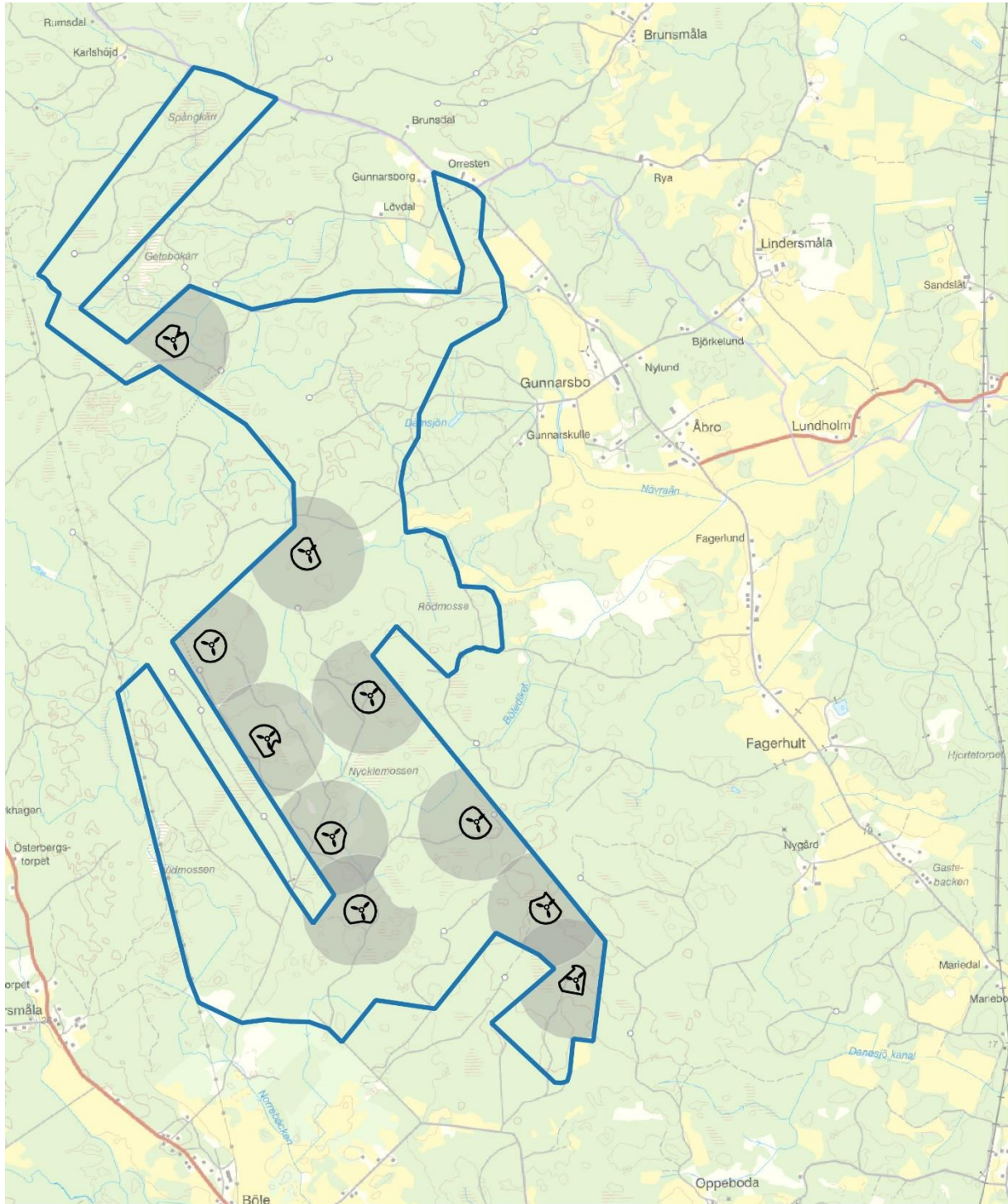


- Projektområde
- Vindkraftverk
- Flyttmån vindkraftverk
- Etableringsyta

0 500 1 000 m




Figur 2. Ansökt verksamhet inkl. verkspositioner, flyttmån och etableringsytor.



- Projektområde
- Vindkraftverk
- Flyttmån vindkraftverk
- Etableringsyta

0 500 1 000 m



Figur 3. Ansökt verksamhet vid andrahandsyrkande, inkl. verkspositioner, flyttmån och etableringsytor.

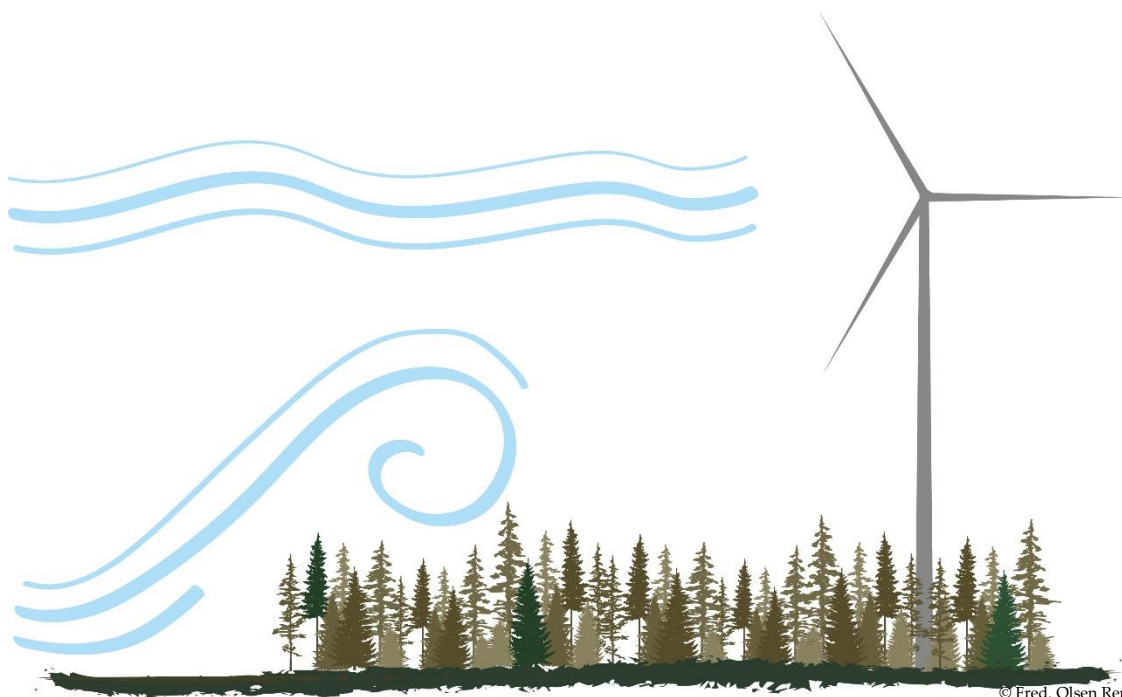


Vind och produktion

Vindens tillgängliga rörelseenergi är en funktion av vindhastigheten i kubik, vilket medför att en förhållandevis liten ökning av vindhastigheten ger en stor ökning av mängden producerad elenergi. Att nyttja områdets vindförhållanden på bästa sätt är därmed grundläggande för att nå en effektiv vindpark. Lokaliseringen av vindkraftverken inom projektområdet är således av stor betydelse för att så mycket tillgänglig energi som möjligt ska kunna nyttjas.

På låg höjd påverkas vinden av markfriktionen, det vill säga terrängförhållanden som topografi och ytråhet. Vindens energiinnehåll ökar därmed med höjden ovan mark, varför vindkraftverkens totalhöjd har stor betydelse för produktionen. En högre totalhöjd innebär att vindflödet är jämnare och vindenergin därmed kan nyttjas mer effektivt och produktionen per vindkraftverk i förhållande till ianspråktagen mark ökar. Högre verk möjliggör även en större rotordiameter och därmed ökar den svepta ytan, vilket medför en större energiproduktion se Figur 4.

Hur tätt vindkraftverken kan stå är beroende av rotorns diameter och det vindklimat som råder inom projektområdet. Vakeffekter uppstår vid placering av flera verk i en grupp då verken "stjäl" vindenergi från varandra och produktionen sjunker. För att kunna nyttja vindenergin optimalt bör avståndet mellan vindkraftverken uppgå till mellan cirka tre och sex rotordiametrar.



Figur 4. Högre totalhöjd möjliggör större rotordiameter och därmed större svepyta, vilket innebär att mer energi kan utvinnas.

Ett vindkraftverk är designat för att producera el vid vindhastigheter mellan cirka 3 och 25 m/s.

Vindkraftverken har variabla varvtal och bladen kan vridas så att effekten kan regleras och optimeras utifrån rådande vindförhållanden. Rotorns varvtal är beroende av vindhastigheten och vindkraftverkets rotordiameter. Ju större rotor desto lägre varvtal vid samma vindhastighet. Maximal effekt, den s.k. märkeffekten, uppnås vid cirka 12–14 m/s, beroende på verksmodell. Bladen vrids då något för att undvika onödig belastning. Vid vindhastigheter över 20–25 m/s vrids bladen alternativt stängs vindkraftverket av för att förhindra förslitningsskador. Ett modernt vindkraftverk producerar el under cirka 80–90 procent av årets timmar.

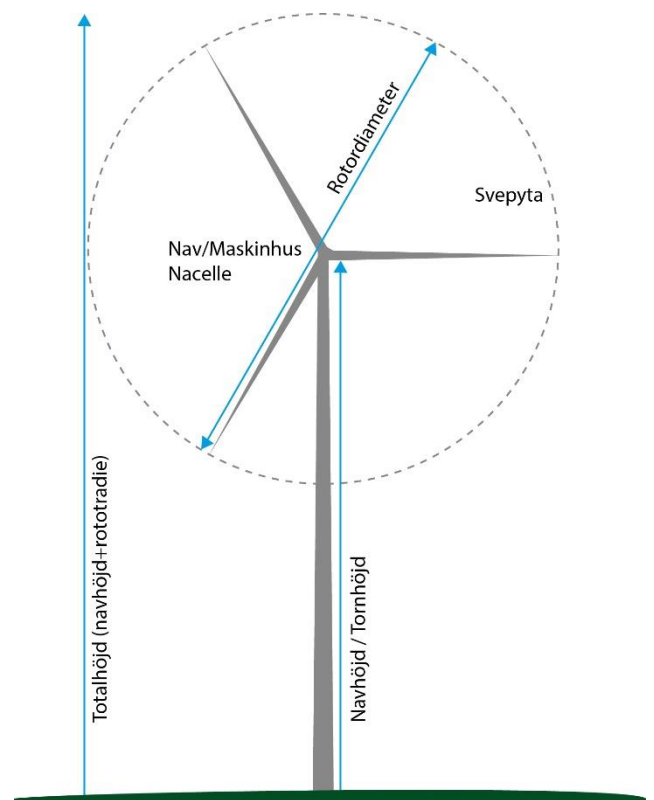
Produktionsberäkningen visar att om 16 vindkraftverk anläggs i enlighet med ansökt layout förväntas den årliga produktionen uppgå till cirka 331 GWh. Om 10 vindkraftverk skulle anläggas, i enlighet med andrahandsyrkandet, beräknas den årliga produktionen uppgå till cirka 215 GWh.

Vindkraftverken

Ett vindkraftverk består normalt av ett fundament i betong, torn, transformator, ett nav med tre rotorblad samt ett maskinhus (nacelle) med huvudaxel, växellåda och generator, se Figur 5.

Teknisk data och dimensioner

Det är i dagsläget inte möjligt att fastställa vilken verksmodell och leverantör som kommer att bli aktuell. Teknikutvecklingen är snabb inom vindkraftsbranschen och nya mer lämpade modeller kan vara tillgängliga vid tidpunkten för upphandling. Rotordiameter och navhöjd för vindkraftverk med ansökt totalhöjd kan därför inte specificeras. Ansökan baseras i stället på vissa ramvärden för maximal totalhöjd och maximalt antal vindkraftverk, se tabell 1.



Figur 5. Principskiss över vindkraftverkets huvudsakliga beståndsdelar

© Fred. Olsen Renewables



Som exempelverk för denna ansökan har vi valt att använda Siemens Gamesa SG 6,6-170. Det är en av de största turbinerna på marknaden idag med 170 meter i rotordiameter och 6,6 MW generator. Valt exempelverk framgår tydligt i respektive bilaga, t. ex. ljud- och skuggberäkningar.

Oavsett val av verksmodell kommer maximal totalhöjd och maximalt antal vindkraftverk att innehållas. En principskiss över vindkraftverkens delar visas i Figur 5.

Tabell 1. Vindparkens dimensioner.

Totalhöjd	maximalt 270 meter
Antal ansökta verk	maximalt 16
Årlig elproduktion	cirka 331 GWh

Konstruktion

I vindkraftverkets maskinhus finns en generator som omvandlar rotorns rörelseenergi till elektrisk energi. Generatoren kan antingen vara direktdriven eller driven via en växellåda. Via en transformator ansluts sedan vindkraftverket till elnätet. Transformatorn är antingen placerad inne i vindkraftverket eller utanför i en transformatorkiosk.

Rotorn är monterad på ett torn, vanligtvis i stål. I tornet finns en ingång så att maskinhuset kan nås via en stege och hiss. Rotorbladen består vanligen av en kombination av glasfiber, kolfiber, trä och epoxy.

Vindkraftverket förankras antingen genom ett gravitationsfundament eller genom ett bergsfundament. Vilken fundamenttyp som används bestäms av markens geotekniska förhållanden, se vidare avsnitt *Fundament*.

Hindermarkering

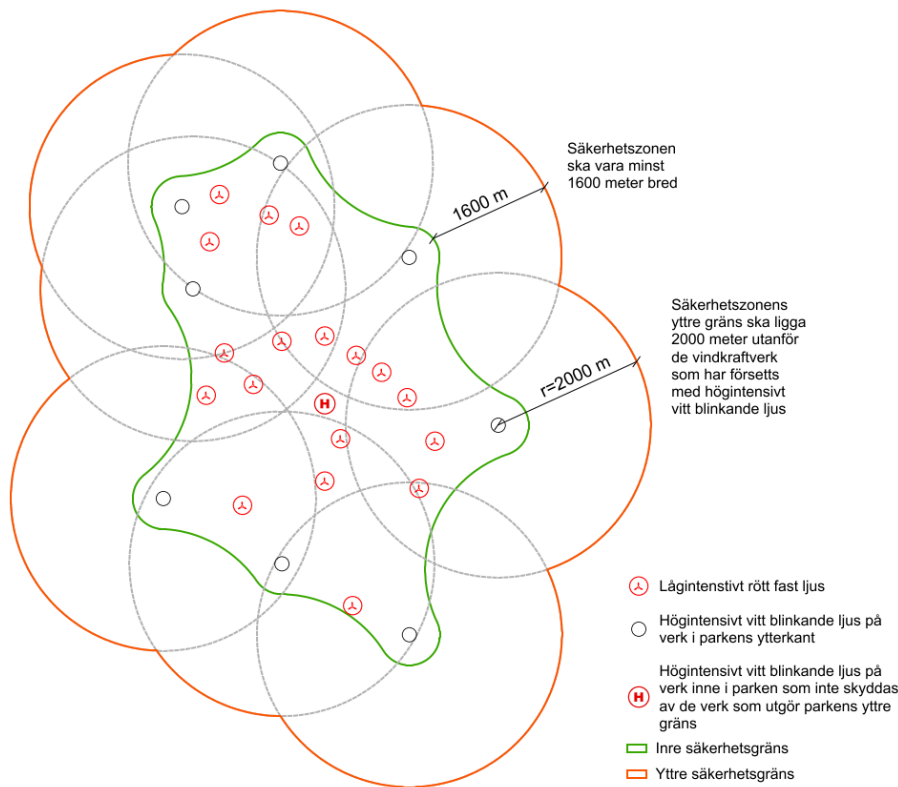
Vindkraftverken kommer att förses med hindermarkering i enlighet med Transportstyrelsens, vid tidpunkten för tillståndet, gällande föreskrifter och allmänna råd.

I Transportstyrelsens idag gällande föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2020:88) framgår att Vindkraftverk som överstiger 150 meter totalhöjd ska markeras med högintensivt vitt blinkande ljus dagtid, med lägre ljusstyrka under gryning, skymning och mörker. I mörker ska hinderbelysningen ha en ljusstyrka på 2 000 candela (cd) +/- 25 procent och avge 40–60 blinkningar per minut. Candela är ett mått på hur mycket ljus som en ljuskälla avger i en angiven vinkel. Blinkande ljus bör om

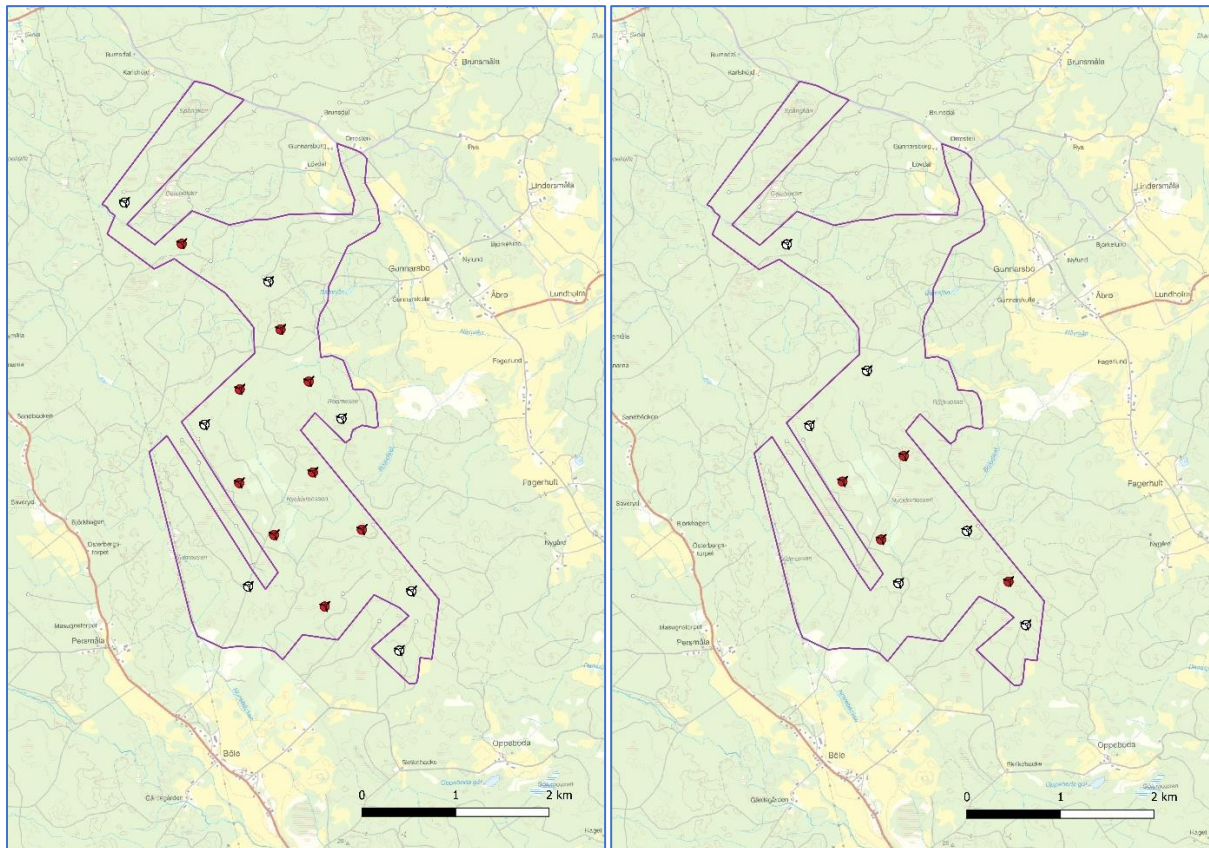
möjligt synkroniseras med närliggande föremåls blinkande ljus för att minska störningar i omgivningen. Vindkraftverk med en navhöjd högre än 150 meter över mark- eller vattenytan ska även ha minst tre lågintensiva ljus på halva höjden upp till nacellen. Om LED-belysning används som flyghinderljus ska ljuskällan förutom synligt ljus även utstråla infrarött ljus (IR-ljus) inom ett våglängdsområde som är synligt för piloter som använder utrustning för mörkerseende. IR-ljuset ska lysa kontinuerligt om det synliga flyghinderljuset lyser med fast sken och i annat fall blinka med samma frekvens som det synliga flyghinderljuset.

I en vindpark ska minst de vindkraftverk som utgör parkens yttre gräns markeras med högintensivt vitt blinkande ljus och om navhöjden är högre än 150 meter tre lågintensiva röda lampor på halva navhöjden. Detta gäller även de vindkraftverk som är belägna innanför vindparkens yttre gräns och som inte täcks in av något av de vindkraftverk som finns i den yttre begränsningslinjen.

Övriga vindkraftverk som ingår i en vindpark ska markeras med vit färg samt minst förses med lågintensiva ljus på vindkraftverkets högsta fasta punkt, se Figur 6. Exempel på vilka verk som kan komma att ha röda respektive vita lampor för föreslagna layouter i vindpark Nycklemossen visas i Figur 7.



Figur 6. Beskrivning av hindermarkering enligt Transportstyrelsens nuvarande föreskrifter för en samlad vindpark för verk med totalhöjd över 150 meter.



Figur 7. Exempel på placering av hinderbelysning enligt gällande föreskrifter för de båda alternativa utformningarna för verk med totalhöjd och navhöjd över 150 m.

Kemiska produkter

De kemikalier som hanteras i vindkraftverken är hydraulolja, smörjolja, smörjfett och eventuellt antifrysmedel i kylsystem. Vanligast är att utrustningen i vindkraftverken är luft- och/eller vätskekylda. Vanligen används glykol som antifrysmedel i kylvätskan. Därutöver förekommer olika kemikalier som används i underhållsarbetet, såsom avfettningsmedel, rengöringsmedel, lack, lim, färg osv. Dessa används normalt i små mängder och förvaras i separata rum eller containrar. Alla kemikalier kommer att vara registrerade med kemikaliedatablad.

Växellådan i dagens vindkraftverk kan innehålla cirka 1000 liter smörjolja och hydralsystemet cirka 200 liter hydraulolja. Ett vindkraftverk som saknar växellåda innehåller totalt cirka 300–400 liter olja (hydraul- och smörjolja). För ansökt verksamhet kan vindkraftverk både med och utan växellåda bli aktuellt. Vanligen finns även oljekyllad transformator, vilken är konstruerad att kunna omhänderta hela mängden kylolja vid ett eventuellt läckage

Vindkraftverken kontrolleras löpande och service utförs normalt en gång per år enligt anvisningar från verksleverantören. Varje år tas oljeprov för att se oljans status

och om den är i behov av ytterligare rening (utöver kontinuerlig filtrering) eller eventuellt byte. I möjligaste mån renas oljan och byte kan därmed undvikas. Ett oljebyte sker ungefär vart tredje till femte år beroende på oljekvalité och slitage som ger upphov till försämrade oljekvalité. Förutom oljor och smörjfetter används under löpande drift mycket små mängder kemikalier.

Anläggningen är utformad för att minimera risken för läckage till luft och mark. Detta görs genom invallningar i nacelle/maskinhus som skall klara aktuella volymer samt olika typer av larm t.ex. nivåalarm. Larmen varnar och slutligen stoppar anläggningen om de löser ut. Invallningar är utformade för att innesluta ev. läckage i anläggningen. Ofta utformade som fack för att minimera spridningen av ev. läckage. Dessutom lyfts denna fråga till leverantörerna vid upphandling av vindkraftsanläggningarna

Under anläggningsfasen används även drivmedel i form av bensin och olja till de maskiner och motorfordon som används vid byggnationen.

Alla kemikalier, liksom farligt avfall, kommer att lagras enligt gällande praxis för att undvika läckage till omgivande mark och vatten.

Styrning och reglering

Dagens vindkraftverk är utformade som autonoma maskiner med långtgående automatik byggt efter "fail safe"-princip. Varje vindkraftverk samt högspänningsanläggning kan fjärrövervakas och styras från annan geografisk plats. För den löpande driften och underhållet av vindkraftverk samt underhåll av vägar, kommer en lokal driftsorganisation att finnas på plats under ordinarie arbetstid. Övrig tid sker tillsyn av vindkraftverken genom jourverksamhet och åtgärder på plats vid behov. Vindkraftverken är utrustade med en mängd övervakningssystem för insamling av data under drift. Datainsamlingen görs för att upptäcka fel och möjliggöra automatisk styrning av vindkraftverket samt skapa trender och analyser för att kontrollera vindkraftverkets status och optimera elproduktionen.

Driftlägen

Driften av vindkraftverken anpassas utifrån de villkor som anges i tillståndet för verksamheten. Driftläget behöver inte vara statiskt utan kan ändras bland annat beroende på vindriktning. Exempelvis kan driften behöva justeras för att inte överskrida riktvärden gällande buller. Moderna vindkraftverk har möjligheten att ändra bladvinkel, vilket medför minskad rotorhastighet och därmed minskad bulleralstring.



Vindkraftverk börjar normalt producera el redan vid en vindhastighet i navhöjd av cirka 3 till 4 meter per sekund. Vid vindhastigheter på cirka 12 meter per sekund ger vindkraftverken normalt full produktion. Vid riktigt höga vindhastigheter stängs vindkraftverken vanligtvis av. Vindkraftverk i standardutförande är oftast designade för att producera el även i mycket kalla temperaturer och flera tillverkare har också system för att motverka isbildning på bladen.

Teknisk utveckling

Den tekniska utvecklingen av vindkraftverk går snabbt och nya verksmodeller blir allt högre med större rotorerna och mer installerad effekt.

Det innebär att nya vindkraftverk producerar mer förnybar el jämfört med tidigare modeller. Vindkraftverk som byggs idag producerar exempelvis nästan dubbelt så mycket el som vindkraftverk som byggdes för cirka åtta till tio år sedan.

Teknikutvecklingen leder därför till att allt större elproduktion kan uppnås med färre vindkraftverk, vilket är kostnadseffektivt och medför mindre påverkan på omgivningen per producerad kilowattimme.

Teknikutvecklingen väntas fortsätta i riktning mot vindkraftverk som blir allt större och producerar alltmer el. De vindkraftverk som byggs idag har ofta mer än 140 meters rotordiameter och upp till 150 meters navhöjd. Inom en snar framtid bedöms vindkraftverken att ha rotorerna över 200 meter i diameter och totalhöjder på över 250 meter.

Fundament

Vindkraftverken grundläggs i marken antingen genom ett gravitationsfundament eller ett bergförankrat fundament. Vilken typ av fundament som används bestäms av markens geotekniska förhållanden. Fundamentets dimensioner kan variera beroende på val av verksmodell och några exakta dimensioner kan därför inte anges.

Gravitationsfundament

På mark med normal beskaffenhet sker normalt grundläggning med gravitationsfundament, vilket innebär att tornet sätts fast i ett större betongfundament som håller vindkraftverket på plats huvudsakligen genom sin egen tyngd. De gravitationsfundament som kan komma att bli aktuella har en diameter om cirka 20–30 meter, vilket innebär en fundamentyta i storleksordningen 300–700 m², se Figur 8. Vidare kräver gjutningen av ett gravitationsfundament för

verk i aktuell storleksordning cirka 600–900 m³ betong och cirka 100 ton armeringsstål.



Figur 8. Gravitationsfundament innan gjutning i en av Fred. Olsens vindparker. Foto: Fred. Olsen Renewables AB.

Bergfundament

Vid etablering på berg förankras fundamentet för vindkraftverket med stag som är fastgjutna i borrade hål i berget. På så sätt kan bergets tyngd nyttjas för att hålla vindkraftverket på plats och mängden betong reduceras kraftigt jämfört med ett gravitationsfundament. Bergfundamentets diameter blir även det mindre än för gravitationsfundamentet, i storleksordningen tio till femton meter, vilket innebär en fundamentyta på upp till cirka 200 m². Ett bergfundament kräver cirka 400 m³ betong och cirka 40 ton armeringsstål. Efter att fundamentet är byggt lämnas det cirka en månad för att härda. Därefter följer montage, uppspanning samt besiktning innan montage av vindkraftverken kan påbörjas, se Figur 9.

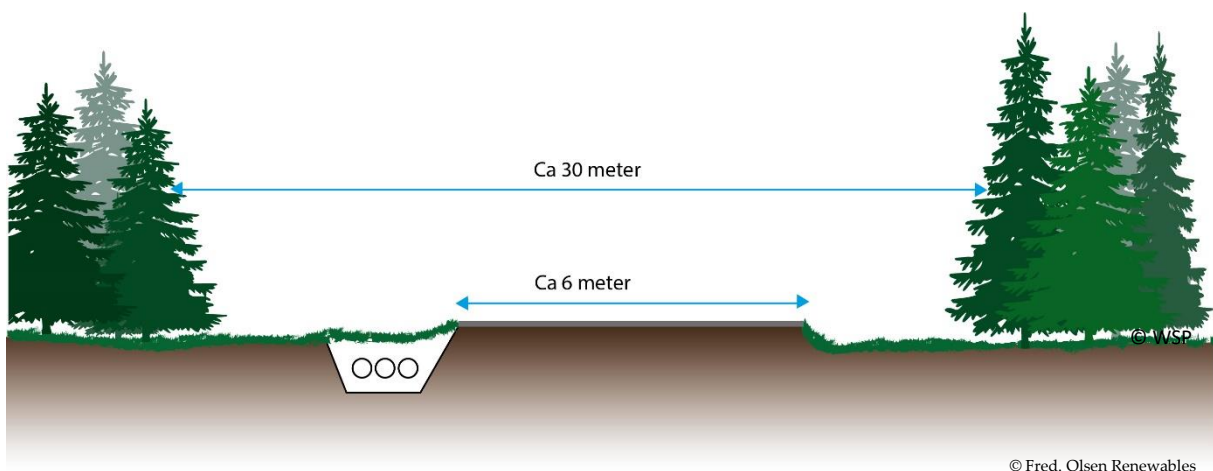


Figur 9. Bergförankrat fundament i en av Fred Olsens vindparker. Foto: Fred. Olsen Renewables AB.



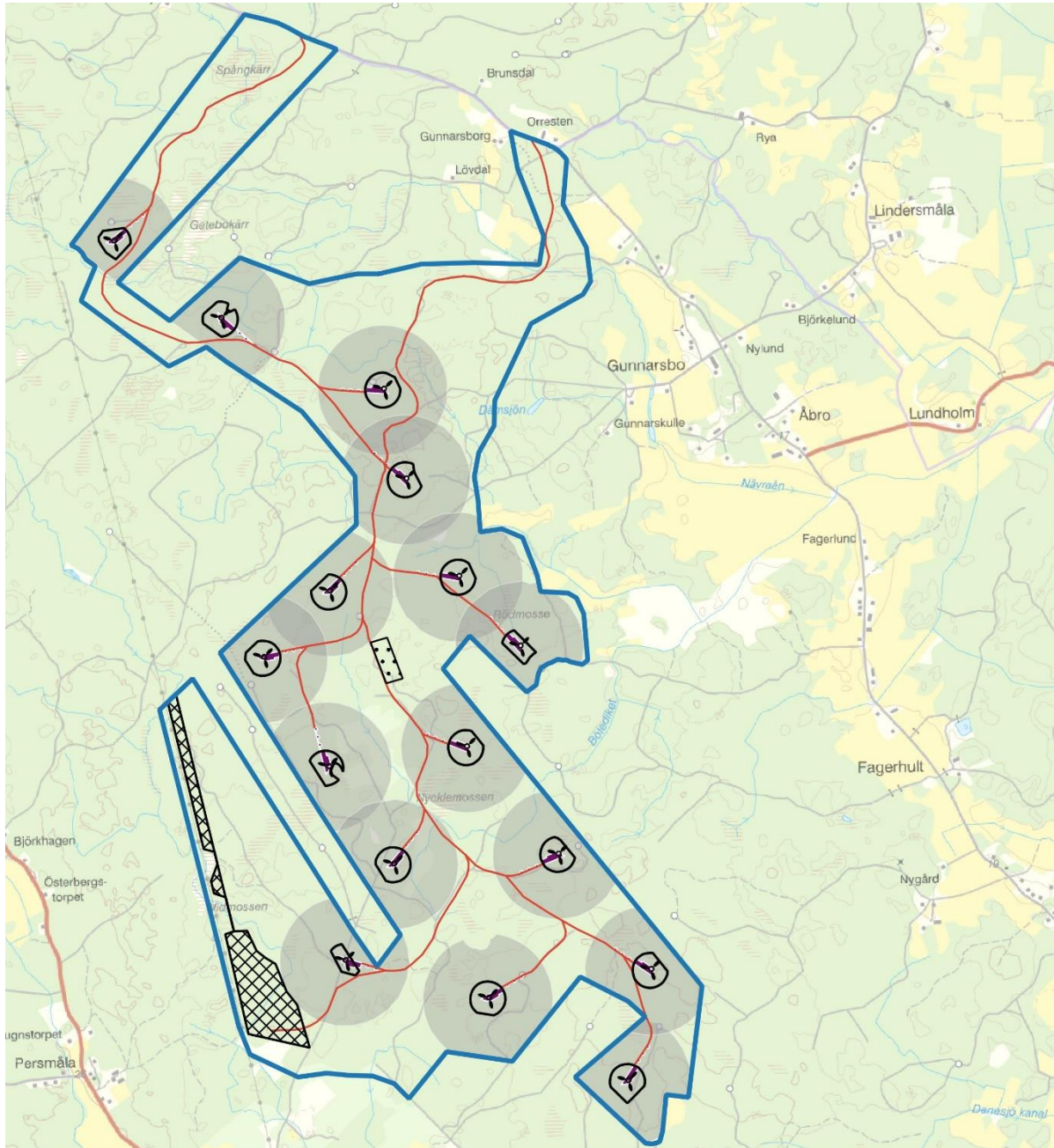
Vägar









Vindkraftverken kommer att transporteras till området i ett antal sektioner, varefter de monteras på plats. De långa och tunga transporterna medför att stora krav ställs på vägens bärighet och geometri. Inom projektområdet finns ett befintligt vägnät av skogsbilvägar av varierad kvalitet. Därtill kommer nyetablering av väg att ske. Med nyetablering av väg avses de vägsträckningar som måste nyanläggas. Med uppgradering av väg avses förstärkning och breddning av redan befintliga vägar. I Figur 10 visas principskiss över vägbyggnation inkl. kabelgrav.



Figur 10. Principskiss vägbyggnation.

Vid en etablering av 16 vindkraftverk beräknas cirka 11,7 kilometer nyetablering av väg krävas och förstärkning av cirka 5,5 kilometer befintlig väg, se Figur 11. För andrahandsyrkandet om 10 vindkraftverk beräknas cirka 11 kilometer nyetablering av väg krävas och förstärkning av cirka 4,6 kilometer befintlig väg, se Figur 12. Ändringar i väg- och kabeldragning kan komma att göras i förhållande till de tekniska krav som ställs för transport av den verksmodell som slutligen upphandlas. Vidare genomförs normalt en geoteknisk undersökning innan slutlig layout sätts, för att bestämma utformning och grundläggning av vägarna.

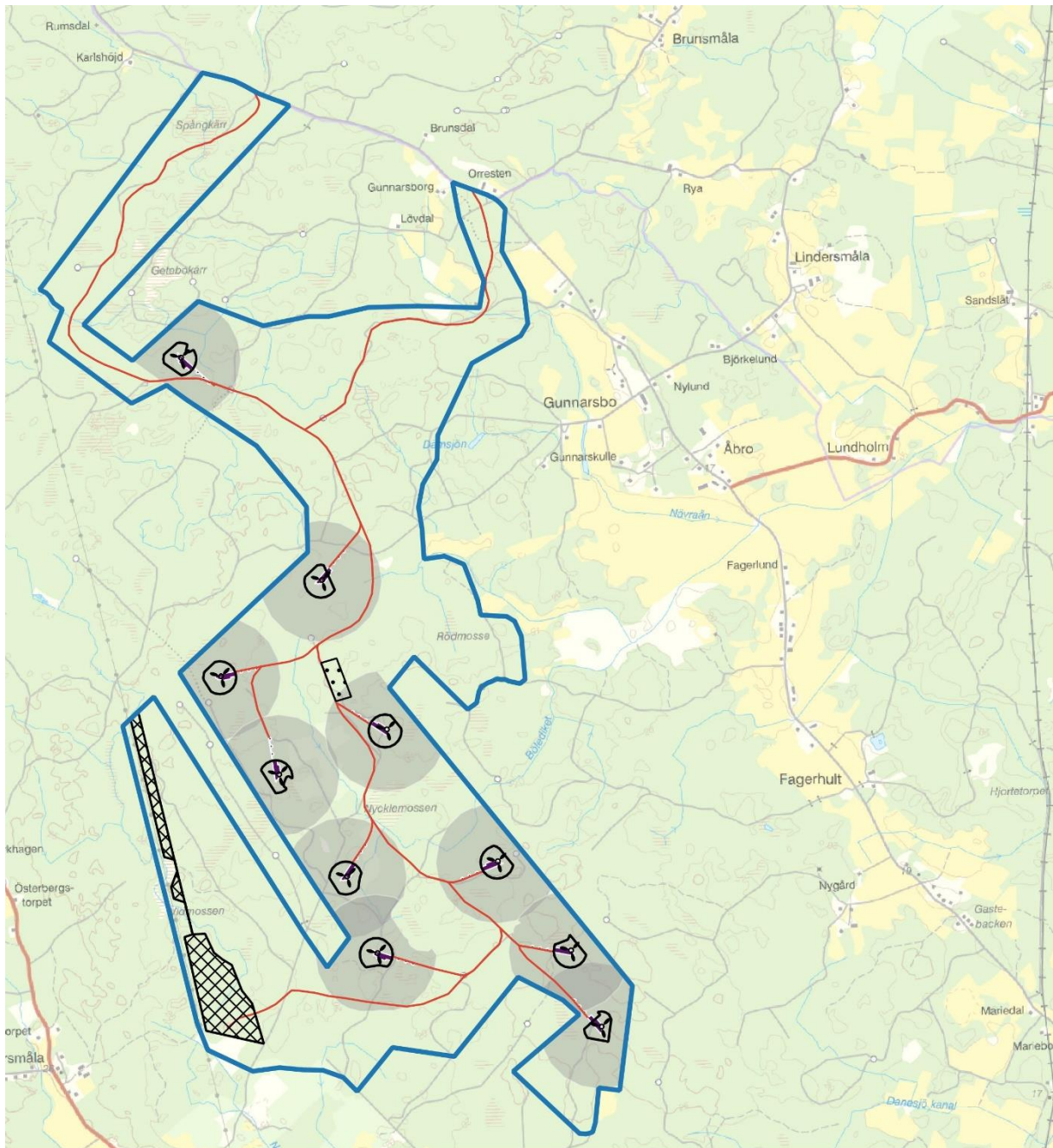










-  Projektområde
-  Logistikyta
-  Yta inom vilken servicebyggnad och transformator planeras
-  Vindkraftverk
-  Flyttmån vindkraftverk
-  Internt vägnät
-  Kran- och montageyta
-  Etableringsyta

0 500 1 000 m




Figur 11. Möjlig väg- och kabeldragning samt övriga hårdgjorda ytor vid etablering av 16 vindkraftverk.



-  Projektområde
-  Logistikyta
-  Yta inom vilken servicebyggnad och transformator planeras
-  Vindkraftverk
-  Flyttmån vindkraftverk
-  Internt vägnät
-  Kran- och montageyta
-  Etableringsyta

0 500 1 000 m



Figur 12. Möjlig väg- och kabeldragning samt övriga hårdgjorda ytor vid etablering av 10 vindkraftverk.

Vägarna byggs med en cirka sex meter bred vägbana, med breddning i kurvor där behov föreligger för att klara de långa transporter av rotorbladen. Transporterna med rotorblad kan vara upp till cirka 110 meter långa. Utöver vägbana tillkommer slänt, kabelgrav och avverkad yta. Detta område benämns som vägområde och är i snitt cirka 30 meter brett men kan på vissa platser, beroende av terräng och kurvor, uppgå till 60 meter. Vägområdet krävs för att möjliggöra breda transporter, snöröjning och för att tillfälligt kunna lägga upp det ytskikt som schaktas av och som sedan används till bland annat släntning.

Under drifttiden tillåts vegetationen växa upp i hela eller delar av skogsgatan så länge inte långa transporter måste ske på grund av till exempel byte av en ving. Utformningen av de nyetablerade vägsträckningarna kommer att variera beroende på markförhållanden och topografi.

För vägbyggnation används i så stor utsträckning som möjligt sprängmassor och fyllnadsmaterial från projektområdet och i andra hand externt krossmaterial. Vid uppgradering av befintlig väg kommer väggroppen att så långt möjligt bibehållas och överdelen att förstärkas med nytt bärlager medan breddningen konstrueras. Ett exempel på väg från en utav Bolagets vindkraftsparker visas i Figur 13.



Figur 13. Väg fram till vindkraftverk i en av Fred Olsens vindkraftsparker. Foto: Fred. Olsen Renewables AB.

Vägbyggnation och hydrologi

För vägens funktion och stabilitet är det viktigt att väggroppen dräneras och att vatten avleds från vägområdet. Yt- och grundvatten kan orsaka erosion och andra skador på vägarna. Vid nyetablering av väg ska vägtrummor således placeras genom väggroppen med jämna mellanrum. Vid uppgradering av väg kan befintliga vägtrummor bytas ut och ersättas av, i första hand, plasttrummor med minst samma diameter som har funnits tidigare. Om det föreligger behov av att öka trummans diameter för att inte förorsaka dämning uppströms väljs en större trumma. Vid nyanläggning av väg över dike, vattendrag eller naturlig lågpunkt i terrängen förläggs trumma i erforderlig storlek för att möjliggöra en naturlig avrinning och



undvika dämning. Mindre trumma än 300 mm används inte eftersom sådana kan ge dålig självrensningseffekt. Vägtrummor kontrolleras efter byggnationen och eventuella skador repareras.

Skulle väg behöva anläggas över våtmark eller i nära anslutning till våtmark kommer vägbanken under mark att byggas upp av sprängsten. Väg över våtmark anläggs utan diken. Markavvattning undviks genom att vägdiken inte anläggs över eller i anslutning till våtmark, öppet vatten eller vattendrag.

Elnät

För att samla ihop och distribuera den el som produceras i vindparken krävs ett elnät. Dels ett internt uppsamlingsnät och vidare en extern anslutningsledning som kopplar ihop vindparken med det överliggande elnätet.

Anslutning till överliggande nät

Det svenska elnätet är indelat i tre nivåer; nationellt transmissionsnät, regionala nät och lokala nät. Det nationella transmissionsnätet ägs av staten genom Svenska Kraftnät. Vindparker med mer än enstaka verk ansluts i huvudsak till regionnäten, vilka ägs av ett fåtal eldistributions företag och länkar samman stamnätets högre spänningsnivåer med de lägre spänningsnivåerna som tillämpas på lokalnätet.

Vindpark Nycklemossen planeras att anslutas till det regionala nätet via befintlig 130 kV ledning mellan Blomstermåla och Kalmar, vilken ägs av E.ON. Anslutningen planeras ske inom projektområdet och uppfyller därmed kraven för att utgöra ett icke koncessionspliktigt nät (IKN). Bedömningen av elanslutningen och övrigt internt elnäts miljökonsekvenser görs därmed inom ramen för miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) för vindparken.

I det fall elanslutningen istället sker utanför det avgränsade projektområdet kommer en separat tillståndprocess för elektrisk starkströmsledning (nätkoncession) att ske i enlighet med 2 kap 1 § Ellagen. Tillståndsansökningar gällande nätkoncessioner prövas av Energimarknadsinspektionen och sker gentemot miljövärden och motstående intressen.

För anslutningen mellan vindparkens elnät och överliggande nät behövs en eller två transformatorstationer. Transformatorstationen transformerar spänningen från det interna elnätets spänningsnivå till det externa regionnätets spänningsnivå. Utformningen kan antingen vara i form av ett inomhus- eller utomhus-ställverk. Val



av slutgiltig utformning sker i samråd med aktuellt eldistributionsbolag då vindparkens utformning och verksmodell är fastställd.

Internt elnät

Mellan vindkraftverket och det interna elnätet krävs en transformator för att transformera den producerade elen till rätt spänningsnivå. Transformatorn placeras normalt i vindkraftverkets tornbotten, i maskinhuset eller i en liten byggnad intill. Beroende på verksmodell finns både olje- och torrisolerade transformatorer. Vid ett eventuellt läckage av oljefylld transformator tas oljan omhand i oljeuppsamlingskärl, så att inget läckage kan gå ut i mark. Vid placering i maskinhuset (nacellen) används vanligen torrisolerade transformatorer.

Från varje vindkraftverk leds elen via ett kabelnät till en större uppsamlingsstation i vindparken, varifrån elen transporteras ut via en anslutningspunkt till överliggande nät. Tillsammans utgör kablarna från vindkraftverken till uppsamlingsstationen det interna elnätet. Interna elnät är i normalfallet undantagna från kravet på nätkoncession genom IKN-förordningen. För att undantaget skall gälla krävs förutom att det ska vara ett internt nät också att nätet inte har för stor utbredning, samt att det område som undantaget gäller måste vara väl avgränsat. Det interna elnätet för vindpark Nycklemossen kommer huvudsakligen att följa väglayouten. Ett fåtal undantag kan dock inte uteslutas, men hanteras inom det avgränsade projektområdet. Möjlig väg och kabeldragning uppfyller därmed kraven för att utgöra ett icke koncessionspliktigt nät (IKN).

Ett optiskt kommunikationsnät kommer även att förläggas mellan vindkraftverken. Detta kommer att användas för styrning, optimering och driftuppföljning av anläggningen. Kabelnätet, det vill säga elnätet och det optiska kommunikationsnätet inom vindparken, förläggs i regel under markytan och i största utsträckning längs det interna vägnätet. Vilken sida av vägen som väljs beror på markförhållanden och att branta slänter ska undvikas. Förläggning av kabel kan med fördel göras vid nybyggnation av väg eller vid uppgradering av befintlig väg. Sprängning kan komma att bli aktuellt för kabelförläggningen, vilket kommer att undersökas vidare vid detaljprojektering. Kablarna förläggs i enlighet med gällande föreskrifter om markförläggning av kabel, det vill säga avseende djup och isolering etcetera.

Kablarna läggs vanligen i ett kabelschakt/kabelgrav intill det interna vägnätet. I vissa fall kan dock kablarna förläggas i själva vägkroppen. Vid kabelschaktet krävs ett arbetsområde för maskiner och schaktmassor vid grävning. Figur 14 visar exempel på kabelschakt intill befintlig väg. Kabeln läggs på en bädd av stenmjöl i det öppna schaktet och täcks vanligen över av sand för att skydda kabeln. Slutligen täcks

sanden över med det uppgrävda materialet och vegetationslagret läggs tillbaka överst. Enligt nu gällande standarder förläggas kabel normalt på cirka en halv meters djup.

Vid passage över vattendrag kan kabeln anläggas vid sidan av vägen, dras in i vägkroppen eller anläggas som hängkabel.

Vid kabelförläggning i våtmarkspassager används i stort sett samma typ av teknik som för fast mark, men i botten av kabelschaktet läggs fiberduk täckt med sand samt däröver ytterligare fiberduk. Detta görs för att hålla sandfyllningen runt kabeln på plats. Kabelschaktet fylls sedan över med våtmarkens naturliga material.

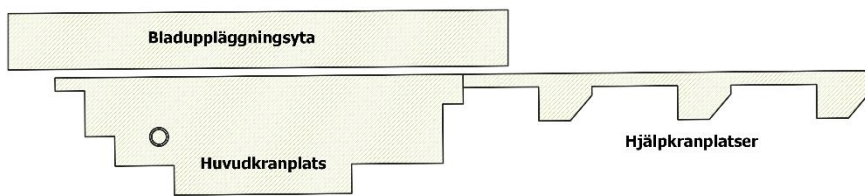
Det kan vara lämpligt att på begränsade sträckor förlägga el- och kommunikationsnät separat från väg, till exempel för att undvika onödigt långa kabelsträckningar. Normalt behöver då endast en smal gata avverkas så att en grävmaskin kan ta sig fram för grävning av kabelschakt och förläggning av kabel. I normalfallet är denna gata cirka fem meter bred. Läggs flera kablar i bredd behövs en något bredare gata. I normalfallet medför en separat kabelgrav ett begränsat markintrång, på grund av dess begränsade bredd och djup.



Figur 14. Kabelgrav med kabel och kommunikationsnät intill väg. Foto: Fred. Olsen Renewables AB.

Övriga hårdgjorda ytor kran- och montageytor

Kran- och montageytorna fungerar som uppställningsplats för huvudkran, hjälpkranar samt upplag för rotorblad vid byggnation och består av en hårdgjord yta av grus enligt principskiss i figur 15. Utformning och dimensioner av kran- och montageytan kan skilja sig beroende på val av verksmodell samt möjlig anpassning till terräng och förekommande natur- och kulturvärden. Den totalt avverkade ytan, inom vilket kran- och montageytan inryms kommer att vara cirka 20 000 m², varav den, hårdgjorda ytan utgör från cirka 3 000 m² upp till 7 500 m² exklusive slänt. De cirka 12 500 – 17 000 m² som inte krävs för driften av vindparken återbeskogas efter byggnation.



Figur 15. Principskiss och foto på kran- och montageytor © Fred. Olsen Renewables AB

Förutom vid resning av vindkraftverken kommer kranplatserna att nyttjas i samband med eventuellt underhålls- och reparationsarbeten under drifttiden. Kranytorna är



även utformade så att de kan användas för temporär uppläggning av vindkraftskomponenter.

Hårdgjorda ytor längs vägen kommer att krävas för uppställning av hjälpkran vid montage av huvudkranen. En möjlig placering av kran- och montageytor för etablering av 16 respektive 10 vindkraftverk visas i Figur 11 och 12.

logistikytor

En logistikyta är den yta som krävs för de temporära följdverksamheter som vindparken ger upphov till under anläggningskedet; platskontor, temporära lagringsytor med mera. I det aktuella fallet kommer troligtvis en logistikyta att anläggas och uppskattas till cirka 20 000 - 30 000 m². Logistikytan kommer att anläggas på en strategiskt utvald plats med hänsyn tagen till projektområdets natur- och kulturvärden. Logistikytan kommer att anläggas enligt samma princip som byggnation av väg och kran- och montageytor. Logistikytan används under anläggningsfasen och återställs när anläggningsarbetet är avslutat. En möjlig placering av logistikyta visas i Figur 11 och 12.

Utöver detta behövs även mindre tillkommande ytor för exempelvis kopplingskiosker, mötesplatser och vändytor under driften.

Servicebyggnad och transformator

För driften av vindparken krävs även yta för servicebyggnad och transformator med tillhörande hårdgjord yta för parkering och för driften nödvändigt materialupplägg. Denna yta kommer uppgå till cirka 6 000 m², varav servicebyggnad utgör cirka 750 m² och transformator cirka 800 m². Området kommer, av säkerhetsskäl sannolikt att stänglas in. Ytan kommer att anläggas enligt samma princip som bland annat logistikytor och vägar. En möjlig placering av servicebyggnad och transformator visas i Figur 11 och 12.

Sammanfattning av vindparkens ytbehov

Räknat på uppskattningen av ytbehov för respektive åtgärd som anges i tabell 2 och 3 nedan för 16 respektive 10 vindkraftverk utgör ytbehovet under driften av vindparken cirka 3,5 respektive 4,8 hektar/vindkraftverk.

Sannolikt kommer det slutliga ytbehovet att bli mindre då dimensionerna på vägar och övriga hårdgjorda ytor varierar beroende på val av vindkraftverk och terräng. Beräknat markanspråk visas i tabell 2 och 3, för 16 respektive 10 vindkraftverk.



Tabell 2. Beräknat ytbehov för 16 vindkraftverk.

TYP AV YTA	Ytbehov
Projektområdets yta	cirka 904 ha
Kran-, montage- och uppläggningsytor (inkl. fundamentytor)	cirka 11,5 ha
Ny väg (11,7 km) *	cirka 35,1 ha
Förstärkning av befintlig väg (5,5 km) *	cirka 8,3 ha
Transformatorstation & servicebyggnad	cirka 0,6 ha
Logistikytor *	cirka 3 ha
Kabelgrav utanför vägdragning *	cirka 0,5-1 ha
Totalt ytbehov under drift	cirka 55,1 ha

* Avverkat vägområde för ny väg 30 meter. Tillkommande avverkningsbredd vid breddning av befintlig väg 15 meter. Logistikytor och kabelgrav utgör temporära ytor, övriga ytor antas kvarstå under hela driftsfasen

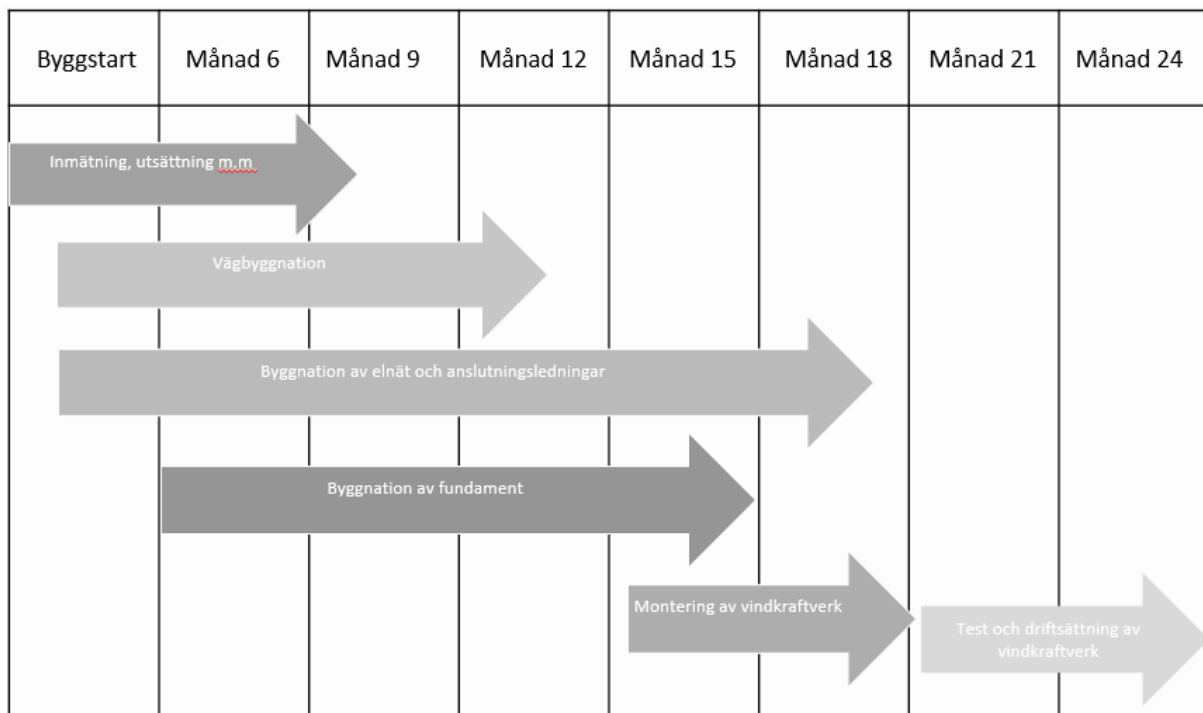
Tabell 3. Beräknat ytbehov för 10 vindkraftverk.

TYP AV YTA	Ytbehov
Projektområdets yta	cirka 904 ha
Kran-, montage- och uppläggningsytor (inkl. fundamentytor)	cirka 7,2 ha
Ny väg (11,0 km) *	cirka 33 ha
Förstärkning av befintlig väg (4,6 km) *	cirka 6,9 ha
Transformatorstation & servicebyggnad	cirka 0,6 ha
Logistikytor *	cirka 3 ha
Kabelgrav utanför vägdragning *	cirka 0,5-1 ha
Totalt ytbehov under drift	cirka 47,7 ha

* Avverkat vägområde för ny väg 30 meter. Tillkommande avverkningsbredd vid breddning av befintlig väg 15 meter. Logistikytor och kabelgrav utgör temporära ytor, övriga ytor antas kvarstå under hela driftsfasen

Byggnation

I Figur 16 visas byggskedet schematiskt. Tidsaspekterna är endast indikativa och en detaljerad tidplan för byggskedet tas fram vid aktuellt skede. Totalt förväntas byggnationen ta cirka 2 år. Frekvensen av transporter vid byggskedet kommer att bero på var i byggnationsprocessen man befinner sig. Byggnation av vägar, fundament, uppställningsplatser samt förläggning av elkabel kommer att utföras med hänsyn till förekommande natur- och kulturvärden inom projektområdet, se upprättad miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Byggskedets första veckor ägnas åt och mätning utsättning. Vidare kommer även en geoteknisk undersökning att genomföras för att bestämma lämpligt tillvägagångssätt vid anläggningsarbetet. Inga specifika transporter förväntas bortsett från personbilar under denna del av byggnationsskedet.



Figur 16. Schematisk bild över byggskedet.

Inmätning och utsättning

För att kunna placera varje vindkraftverk på ett optimalt sätt och minimera påverkan på miljön måste anpassning efter terräng, mark och hydrologiska förhållanden göras. Det är framför allt kuperad terräng som ställer höga krav. Platsundersökningar av byggmässiga förutsättningar görs för varje verksposition. För varje verksposition

säkerställs även att internt vägnät och anläggningsytor kan utformas utifrån både terräng och hydrologiska förhållanden.

Byggnation av hårdgjorda ytor

Efter inmätning, utsättning och skogsavverkningar påbörjas byggnationen av de hårdgjorda ytorna inklusive fundament. För byggnation av väg, kran- och montageplatser och övriga logistikytor genomförs schaktning och då kan sprängning vara aktuellt. Det går inte i dagsläget att förutse huruvida sprängning blir nödvändig och i så fall hur omfattande den behöver vara utan detta kommer att bestämmas först i en detaljprojektering. Gängse regelverk och praxis för genomförandet av sprängning kommer att följas.

Uppförande av vindkraftverken

Vindkraftverkens maskinhus monteras traditionellt samman på fabrik och transporteras oftast komplett till vindparken. Det finns dock verksmodeller där maskinhuset kan transporteras i delar och sedan monteras ihop på plats, detta gäller framför allt större vindkraftverk och kan komma att bli aktuellt för projektet. Rotorbladen transporteras separat. Beroende på typ av vindkraftverk kan rotorbladen transporteras hela eller i sektioner som sedan monteras ihop på plats. Torn delarna transporteras i sektioner som monteras ihop på plats för respektive vindkraftverk. Torn, maskinhus och vingor sätts samman på en anlagd kran- och montageyta vid varje vindkraftverk.

För att resa vindkraftverken krävs idag stora mobilkranar. Till huvudkranen krävs ofta hjälpkranar för montering av huvudkranens lyftbom samt som hjälp vid lossning och montering av verksdelarna, se Figur 17.



Figur 17. Montering av vindkraftverk. Högaliden Vindpark, Umeå. Foto: Fred. Olsen Renewables AB.



Vilken typ och hur många huvudkranar och hjälpkranar som kommer arbeta parallellt vid byggnationen av vindparken är i dagsläget inte fastställt, då detta främst beror av modell av vindkraftverk och montagesätt. Kranar medför stora kostnader i projektet och ofta monteras därför ett vindkraftverk i taget. Det kan dock ibland finnas fördelar med att ha två eller flera kranar som arbetar samtidigt i olika delar av vindparken.

För att kunna montera huvudkranen projekteras om möjligt vägen rak de sista 150–250 metrarna fram till montageplatsen, för att undvika att ytterligare skog eller mark måste tas i anspråk för kranmontaget. Bottendelen av tornet monteras på fundamentet vartefter resterande tornsektioner, maskinhuset och rotor med blad lyfts på plats. Beroende på verksmodell monteras rotorbladen antingen på marken eller var för sig direkt uppe vid navet. Resningen av vindkraftverket brukar kunna genomföras på ett par dagar, under förutsättning att vindförhållandena är gynnsamma. Slutligen tar det någon vecka för driftsättning innan elproduktionen kan påbörjas.

Entreprenadarbeten

För att hushålla med naturens resurser samt för att undvika långa transporter och deponering eftersträvas massbalans. Det innebär att jord-, grus- och bergmassor som behöver schaktas/sprängas bort vid byggnation av fundament, vägar samt övriga hårdgjorda ytor så långt möjligt återanvänds inom projektet. Vid behov nyttjas mobila krossverk för att krossa materialet efter sprängning. Krossprodukter sorteras i olika tillfälliga högar och återanvänds sedan i möjligaste mån till vägar och övriga hårdgjorda ytor. Miljöpåverkan av hanteringen är beskriven i MKB:n.

För det underskott på massor som bedöms uppstå inom projektet avser Bolaget ansöka om tillstånd för en eller flera bergtäkter inom området om förutsättning för detta finns. Detta ger bättre ekonomi och minimerar tunga transporter utanför projektområdet. Eventuella bergtäkter ingår inte i den ansökta verksamheten och utgör inte en förutsättning för projektet som sådant. För det fall att ingen lokal täkt kan öppnas, behövs extern tillförsel av bergkross eller annat fyllmaterial.

Naturgrus har länge brutits för användning som ballast vid konstruktioner. I dag används det inte längre vid vägbyggnation, men i vissa fall används det fortfarande vid betongtillverkning och som fyllning runt elkablar. Det finns oftast alternativ till naturgrus som är ekonomiskt och tekniskt rimligt att använda. Ersättningsmaterial

bedöms utifrån möjligheten att uppnå teknisk prestanda likvärdig den som naturgrus har. Ersättningsmaterial bedöms även utifrån om det är ekonomiskt rimligt att använda i det enskilda fallet. Möjligheten att hitta ersättningsmaterial är i huvudsak beroende av om det i närområdet finns bergartsråvara som är lämplig att krossa, bearbeta med mera för avsett ändamål.

Transportbehov

Vindkraftverk och övrigt material transporteras med lastbil till projektområdet via det allmänna vägnätet. Från allmän väg planeras transporterna gå in till projektområdet, se vidare i miljökonsekvensbeskrivningen. Nedan redovisas uppskattade mängder och material samt förväntat antal materialtransporter till och från området. Uppskattningen bygger på schablonvärden utifrån ansökt utformning med 16 vindkraftverk.

Vid tillstånd för andrahandsyrkandet om 10 vindkraftverk minskar transportbehovet.

Vindkraftverken

Varje vindkraftverk transporteras i sektioner med cirka 13 fordon. Sammanlagt innebär detta att cirka 170 lastbilstransporter med vindkraftverkens sektioner kommer att krävas. De kranar som används för resning av vindkraftverken transporteras med 40 - 50 fordon för att sedan monteras på plats på verksplaceringarnas kran- och montageytor.

Vägar, kranplatser och uppställningsyta

Vid byggnation av anläggningen eftersträvas massbalans. Massbalans innebär att berg och jordmassor som behöver schaktas eller sprängas för väg, kranplatser, kabeldiken samt fundament, återanvänds som fyllnadsmaterial i anläggningen. Som överbyggnadsmaterial för vägar, kranplatser och uppställningsplats används i första hand krossat berg i olika fraktioner, men även moränmaterial kan bli aktuellt.

Totalt beräknas cirka 78 000 ton krossmaterial behövas för att bygga och förstärka vägar, anlägga kran- och montageplatser för 16 verk och övriga ytor.

Leveransen av krossmaterial beräknas kräva cirka 3 440 dumpertransporter inom projektområdet.

Den slutliga mängden och antalet transportrörelser med krossmaterial kommer att bero på hur stora mängder material som kan återanvändas inom projektområdet, vilka möjligheter som finns att använda befintliga täkter och/eller möjligheten att anlägga en ny täkt i området.

I närområdet finns aktiva täkter som skulle kunna försörja vindparken med det krossmaterial som krävs för byggnation. Det kan dock inte uteslutas att ny täkt krävs inom projektområdet med tillhörande krossningsverksamhet. Byggstart av vindparken ligger sannolikt ett antal år framåt, varför lämpligaste metod för materialförsörjningen beslutas vid den tidpunkten. Vid behov av uppläggningsplats kommer redan ianspråktaga ytor att användas. Försörjningen av krossmaterial kommer att anpassas i syfte att minimera miljöpåverkan.

Betong

För gjutningen av fundamenten krävs betong och armeringsjärn. Totalt beräknas mellan 600 m³ till 900 m³ betong att krävas per gravitationsfundament och cirka 400 m³ för ett bergförankrat, beroende på verkets dimensioner och markens beskaffenheter. En vindpark med 16 verk innebär således att mängden betong kan variera från allt mellan cirka 6 400 m³ till 14 400 m³ beroende på fördelningen mellan de två fundamenttyperna. Om betong ska transporteras till projektområdet används en betongbil som lastar cirka 7,5 m³ om den ska trafikera vägar med bärighetsklass 1 (BK1), vilket innebär att upp till cirka 1 920 transporter kommer att krävas om samtliga verk förankras med gravitationsfundament. I närområdet finns betongframställning så även om transporterna är många så är det förväntade transportavståndet kort.

Uppskattningsvis krävs cirka 48 transporter av armeringsjärn räknat på 16 verk om samtliga verk förankras med gravitationsfundament. Även här minskar transporterna betydligt om ett antal av verken kan förankras med bergfundament.

Drift av vindparken

Vindkraftverken och driftparametrar övervakas via styrsystem från servicebyggnad inom parken, möjlighet finns också till fjärrövervakning och styrning från annan plats. Enklare driftstopp kan oftast åtgärdas från annan plats om driftspersonal ej är på plats, men större eller allvarigare driftstopp måste åtgärdas på plats. Planerad service av vindkraftverken så som serviceåtgärder av huvudkomponenter koncentreras till perioder med låg vind och under sommarmånaderna. Oplanerad service och annan felavhjälpning sker löpande efter behov.

Vindkraftverken är också utrustade med ett övervakningssystem som stänger av verken om det blir avvikelser från givna driftinställningar. Vid vindar som är så hårda att vindkraftverket riskeras att skadas vinklas/flöjlas vindkraftverkets rotorblad med hjälp av automatiken så att en större andel vindenergi släpps förbi. Därmed blir krafterna på rotorn mindre. Vid ihållande vindhastigheter över 25 m/s stoppas vindkraftverken (rotorbladen vinklas så att all vind släpps förbi). När vinden avtagit (strax över 20 m/s vanligtvis) startar verket upp igen. På så sätt undviks att skadliga laster från vinden uppkommer på vindkraftverket (drivlina, torn och fundament) och därmed minskar risken för skador eller ytterst haveri. Vidare görs alltid beräkningar på vilka extrema vindstyrkor som kan uppkomma inom projektområdet så att man kan säkerställa att rätt typ av vindkraftverk väljs.

Under drifttiden förekommer normalt transporter kopplade till underhåll av vindkraftverken vilket kan ske under hela året. Transporterna sker oftast med skåpbil i någon form och där två tekniker arbetar i team för att säkerställa personsäkerheten då arbetet sker på hög höjd. Vid större arbete i maskinhus (utbyte av komponenter som t.ex. växellåda) kan det förekomma mobilkran men det kan också förekomma inspektioner samt underhåll på rotorbladen där arbetet oftast sker med hjälp av rep eller en vagn som hissas upp på bladet med fästpunkter i maskinhus. Det kan också förekomma att rotorbladen inspekteras med drönare eller kamera från marken.

Vid längre elavbrott (någon form av fel på elnätet i inmatningspunkt) kan det krävas lokala elkraftverk, alternativt batteri för att säkerställa att anläggningen inte skadas (till exempel så att vindkraftverket kan vridas) då kraftförsörjning saknas. Kortare elavbrott kan hanteras med batteribackup.

Avveckling

Nedmontering och återställande

När verksamheten avslutas kommer vindkraftverken att nedmonteras och vindparken att avvecklas. Tidpunkten för avveckling och återställning är långt fram i tiden, varför det i detta läge är svårt att precisera de vid den tidpunkten mest lämpliga återställningsmetoderna. I god tid innan avveckling och efterbehandling ska en efterbehandlingsplan utarbetas i samråd med tillsynsmyndigheten. Stora delar av vägnätet kan förväntas fylla en funktion för markägare och skogsbruket. Fundamentsplatser och kranplaner planeras att efterbehandlas och marken



återställas till skogsmark. Miljökonsekvensbeskrivningen kommer innehålla en översiktlig beskrivning av hur bolaget avser att avveckla vindparken.

Den tekniska livslängden för ett vindkraftverk var tidigare 20–25 år men idag och framåt räknar vi med 35–40 år. När verksamheten avslutas kommer vindkraftverken att nedmonteras och vindparken avvecklas. Det är verksamhetsutövaren som ansvarar för demontering och avveckling. Hur avvecklingen ska genomföras kommer att framgå i en efterbehandlingsplan som ska godkännas av tillsynsmyndigheten. Efterbehandlingsplanen kommer att utgå utifrån de lagar och regler som gäller vid tidpunkten för avveckling, samt de i tillståndet angivna villkoren. Utifrån idag gällande praxis sker avveckling i huvudsak enligt nedan.

Vid nedmontering och återställande av platsen kommer, liksom vid byggnation, transporter och arbeten att ske. Anlagt vägnät lämnas vanligtvis kvar och kan användas som transportvägar för skogsbruket.

Vindkraftverken monteras ned och stål, järn och koppar i vindkraftverken kan återvinnas. Vindkraftverkens rotorblad består i stor utsträckning av glasfiberkomposit, vilket tidigare varit mycket svårt att återvinna. Idag pågår intensiv utveckling för att finna hållbara lösningar, och under 2023 har tillverkaren Vestas presenterat en lösning för återvinning av redan befintliga blad¹, samt tillverkaren Siemens Gamesa och LM Windpower² lanserat nya typer av blad för en bättre återvinning. Vid skrotning tas kemikalierna tillvara genom tillbörligt förfarande.

Återställning av fundamentsplatser bedöms ske genom att fundamentet tas bort till cirka 50 cm under markytan eller täcks med ett jordlager med 50 cm djup. Fundamenten utgörs framför allt av betong, vilket kan krossas och användas som fyllnadsmassor. Kablar som framledes inte kommer att brukas klipps av och lämnas normalt kvar i marken.

Idag finns också en andrahandsmarknad för mindre vindkraftverk (<1 MW), vilka i sin helhet som monteras ner, restaureras och flyttas till en annan plats. Hur marknaden kommer se ut för större verk går i dagsläget inte att svara på. Det är dock många komponenter i ett vindkraftverk som kan renoveras och återanvändas såsom rotorblad, girmekanism, växellåda, generator, maskinhus, bromsar och torn. Vid aktuell tidpunkt för en nedmontering kan båda alternativen vara aktuella. Om så inte blir fallet är de flesta delar i ett vindkraftverk återvinningsbara.³

¹ Vestas 2023

² Siemens Gamesa 2023

³ Energimyndigheten, 2021.



Nästa generations vindpark

Då förutsättningarna för vindbruk på den valda lokaliseringen är goda och inte förväntas förändras över tid tillsammans med att behovet av förnybar el även i framtiden kommer att vara efterfrågat är ambitionen att söka nytt miljötillstånd när tillstånd upphör att gälla.

Att fortsätta nyttja lämpliga områden för vindbruk genom att söka nya miljötillstånd efter att äldre tillstånds tidsbegränsning har passerat anses vara fördelaktigt både ur ett samhällsekonomiskt perspektiv liksom ur ett miljö- och hållbarhetsperspektiv.

REFERENSER

SEK Handbok 438 - Högspänningshandboken - SS-EN 61936-1 och SS-EN 50522 med högspänningsguiden

Svenska Elverksföreningens anvisningar - 1971

Energimyndigheten 2021, "Vindkraftens resursanvändning – Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växtgasutsläpp"

Siemens Gamesa 2023. "Pioneering turbine recyclability"
www.siemensgamesa.com/en-int/explore/journal/recyclable-blade [2023-09-28]

Vestas 2023. "Vestas unveils circularity solution to end landfill for turbine blades"
www.vestas.com/en/sustainability/blade-circularity [2023-09-28]