

2023-06-26

Teknisk beskrivning, Trollugnsberget

Vindpark Trollugnsberget i Smedjebackens kommun, Dalarnas län



Kontakt- och projektuppgifter

Verksamhetsutövare

OX2 AB

Lilla Nygatan 1
Box 2299
103 17 STOCKHOLM

Organisationsnummer: 556675-7497

Jonathan Weck, projektledare
(placeringsort: Stockholm)
jonathan.weck@ox2.com
+46 72-214 07 24

Projektuppgifter

Teknisk beskrivning – Vindkraft vid Trollugnsberget i
Smedjebackens kommun, Dalarnas län

Upprättad av: Theodoros Kolonas, Emil Jonsson,
Michael Owen, Jonathan Weck, Anders Sandberg,
Anna Samuelsson, Thomas Lundgren, Henrik Hylén.



Innehåll

| | |
|---|----|
| 1. Inledning | 4 |
| 1.1 Administrativa uppgifter, tekniska data och anläggningens dimensioner | 5 |
| 1.2 Anläggningens utformning och följdverksamheter | 7 |
| 1.3 Vindkraftverkens komponenter | 9 |
| 1.4 Vindhastigheter och elproduktion..... | 10 |
| 2. Byggnation av anläggningen | 12 |
| 2.1 Arbetsmoment och tidplan..... | 12 |
| 2.2 Bedömt markanspråk för vindparken..... | 13 |
| 2.3 Sprängning, täktverksamhet och krossning..... | 21 |
| 2.4 Vägbyggnation | 21 |
| 2.5 Fundament | 23 |
| 2.6 Transporter och materialbehov..... | 27 |
| 2.7 Elanslutning | 33 |
| 2.8 Kabelförläggning av el- och optiskt kommunikationsnät | 33 |
| 2.9 Användning av kemikalier..... | 34 |
| 3. Drift av anläggningen | 35 |
| 3.1 Under drift | 35 |
| 3.2 Isbildning och iskast..... | 35 |
| 3.3 Hindermarkering..... | 36 |
| 4. Avveckling och ekonomisk säkerhet | 37 |
| 4.1 Avveckling och återställning | 37 |
| 4.2 Beräkning av Ekonomisk säkerhet | 38 |

1. Inledning

OX2 AB har tagit fram denna handling i syfte att belysa de tekniska aspekterna av den ansökta vindparken Trollugnsberget i Smedjebackens kommun, Dalarnas län.

En ansökan om miljötillstånd enligt 9 kapitlet miljöbalken (MB) ska innehålla tekniska aspekter för anläggningen och tillhörande infrastruktur; ritningar och beskrivningar med uppgifter om förhållandena på platsen, produktionsmängd, markanspråk, användningen av råvaror, transporter, arbetsmetoder och arbetsgång etc.

Miljökonsekvensbeskrivningen (MKB:n) tas fram mot bakgrund av de uppgifter som redovisas här och miljöbedömningen utgår från de förutsättningar och tekniska komponenter som redovisas i denna handling.



Bild från montering av vindkraftverk, Stigshöjden vindpark.

1.1 Administrativa uppgifter, tekniska data och anläggningens dimensioner

Tabell 1. Administrativa uppgifter, tekniska data och anläggningens dimensioner

| | |
|--|---|
| Verksamhetsutövare | OX2 AB |
| Organisationsnummer | 556675-7497 |
| Postadress (huvudkontor) | Lilla Nygatan 1 Box 2299 103 17 STOCKHOLM |
| Kontaktperson | Jonathan Weck, projektledare OX2 072-214 07 24 Jonathan.weck@ox2.com |
| Telefon (växel) | +46 8 559 310 00 |
| Anläggningens namn | Vindpark Trollugnsberget |
| Anläggningen (det totala projektområdet) omfattar fastigheterna | Smedjebacken Larsbo 2:67 och 2:14, Östanbergs gruvallmänning 1:1 |
| Kommun, län | Smedjebackens kommun, Dalarnas län. |
| Tillståndsprövande myndighet | Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Dalarna |
| Verksamhetskod | Vindkraft 40.90 |
| Antal vindkraftverk | 30 stycken |
| Maximal totalhöjd | 295 meter |
| Rotordiameter | Rotordiameter kommer vara beroende av vilken turbin som slutligen upphandlas och kan ej anges i nuläget. |
| Navhöjd | Navhöjd kommer vara beroende av vilken turbin som slutligen upphandlas och kan ej anges i nuläget. |
| Installerad effekt | Installerad effekt kommer vara beroende av vilken turbin som slutligen upphandlas och kan ej anges i nuläget. |
| Beräknad årsproduktion | Årsproduktionen är beroende av vilken turbin som slutligen upphandlas. Produktionsberäkning för turbiner med en effekt om 8–10 MW, ger en ungefärlig produktion i spannet 800–950 GWh per år. |

| Vindkraftverkens koordinater som använts för ansökan (SWEREF99 TM) | Vindkraftverk nr | Koordinat östlig | Koordinat nordlig |
|---|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | TRO.1520 | 533781 | 6676995 |
| 2 | TRO.1560 | 533217 | 6676332 |
| 3 | TRO.1530 | 534043 | 6676092 |
| 4 | TRO.1470 | 533556 | 6675295 |
| 5 | TRO.1480 | 535036 | 6675486 |
| 6 | TRO.1290 | 537350 | 6675296 |
| 7 | TRO.1300 | 537848 | 6674536 |
| 8 | TRO.1460 | 536728 | 6674417 |
| 9 | TRO.1350 | 538470 | 6674312 |
| 10 | TRO.1380 | 539036 | 6673981 |
| 11 | TRO.1400 | 537717 | 6673785 |
| 12 | TRO.1340 | 536606 | 6673494 |
| 13 | TRO.1320 | 535777 | 6673480 |
| 14 | TRO.1410 | 538456 | 6673170 |
| 15 | TRO.1330 | 535777 | 6672827 |
| 16 | TRO.1490 | 534221 | 6672332 |
| 17 | TRO.1280 | 536060 | 6672269 |
| 18 | TRO.1360 | 535079 | 6672121 |
| 19 | TRO.1310 | 536684 | 6671881 |
| 20 | TRO.1370 | 535773 | 6671521 |
| 21 | TRO.1570 | 537753 | 6671371 |
| 22 | TRO.1420 | 536356 | 6670770 |
| 23 | TRO.1390 | 537873 | 6670761 |
| 24 | TRO.1430 | 536951 | 6670409 |
| 25 | TRO.1500 | 543112 | 6671815 |
| 26 | TRO.1540 | 542138 | 6671543 |
| 27 | TRO.1440 | 543397 | 6671289 |
| 28 | TRO.1450 | 544051 | 6671182 |



| | | | |
|----|----------|--------|---------|
| 29 | TRO.1510 | 542518 | 6671110 |
| 30 | TRO.1550 | 542908 | 6670568 |

1.2 Anläggningens utformning och följdverksamheter

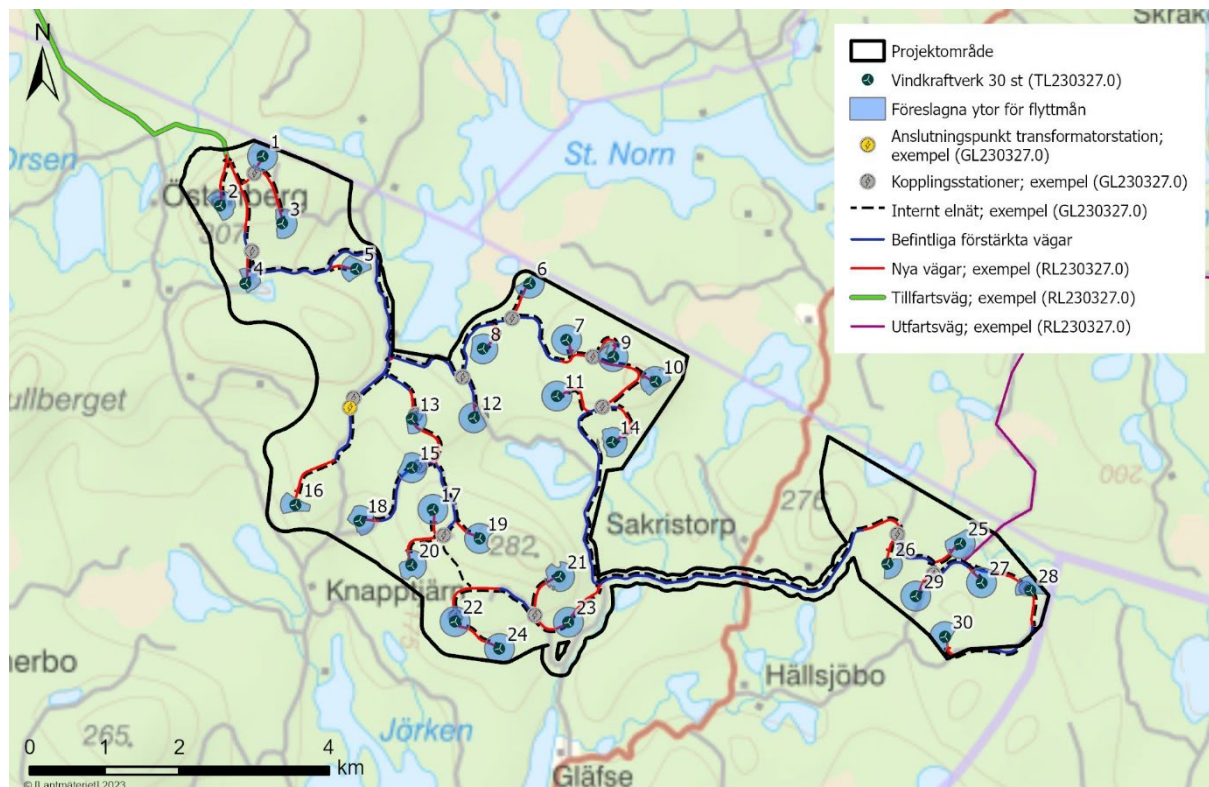
Miljöbalken ställer krav på att ett ianspråktaget område ska nyttjas så effektivt som möjligt. OX2 avser därför att anlägga en storskalig vindkraftsanläggning som nyttjar områdets förutsättningar optimalt samtidigt som påverkan på projektområdet och omgivningen begränsas i största möjliga mån.

Bolaget ansöker om tillstånd att uppföra maximalt 30 vindkraftverk på fasta positioner, med en generell flyttmån om upp till 200 meter från angivna koordinater för respektive vindkraftverk. Anledningen till att ansöka om en flexibel flyttmån är att ha möjlighet att kunna justera verksplaceringarna i samband med detaljprojektering. Vid bland annat geotekniska undersökningar kan det framkomma begränsningar vilket medför att 200 meter flyttmån efterfrågas, detta för att kunna tillämpa bästa möjliga teknik, placering och hänsynstagande. Ytan för flyttmånen har dock begränsats utifrån ett antal skyddsåtgärder, vilka redovisas i MKB:s *kapitel 6*. Ett exempel på utformning presenteras i Figur 1. Det är först när detaljprojekteringen är utförd, efter erhållet tillstånd, som de exakta placeringarna tas fram i samråd med tillsynsmyndigheten.

OX2 har strävat efter att begränsa ianspråktagande av mark. Beräkningar av markanspråk och hårdgjorda ytor är en uppskattning baserad på tidigare erfarenheter från andra projekt. Det finns dock flera faktorer som påverkar markanspråket så som val av vindkraftverk och monteringsmetod, vilka ännu inte är kända. Det slutliga resultatet kan därför skilja sig från uppskattningen både i positiv och negativ riktning. Angivna mått i denna tekniska beskrivning ska därför ses som exempel.

Översiktskarta

En översiktskarta med ett exempel på utformning gällande vägar och övriga följdverksamheter återfinns i *Figur 1*. I *Figur 1* framgår även vindkraftverkens ansökta positioner och flyttmån, för beslutskarta, se Tillståndsansökan, bilaga A1.



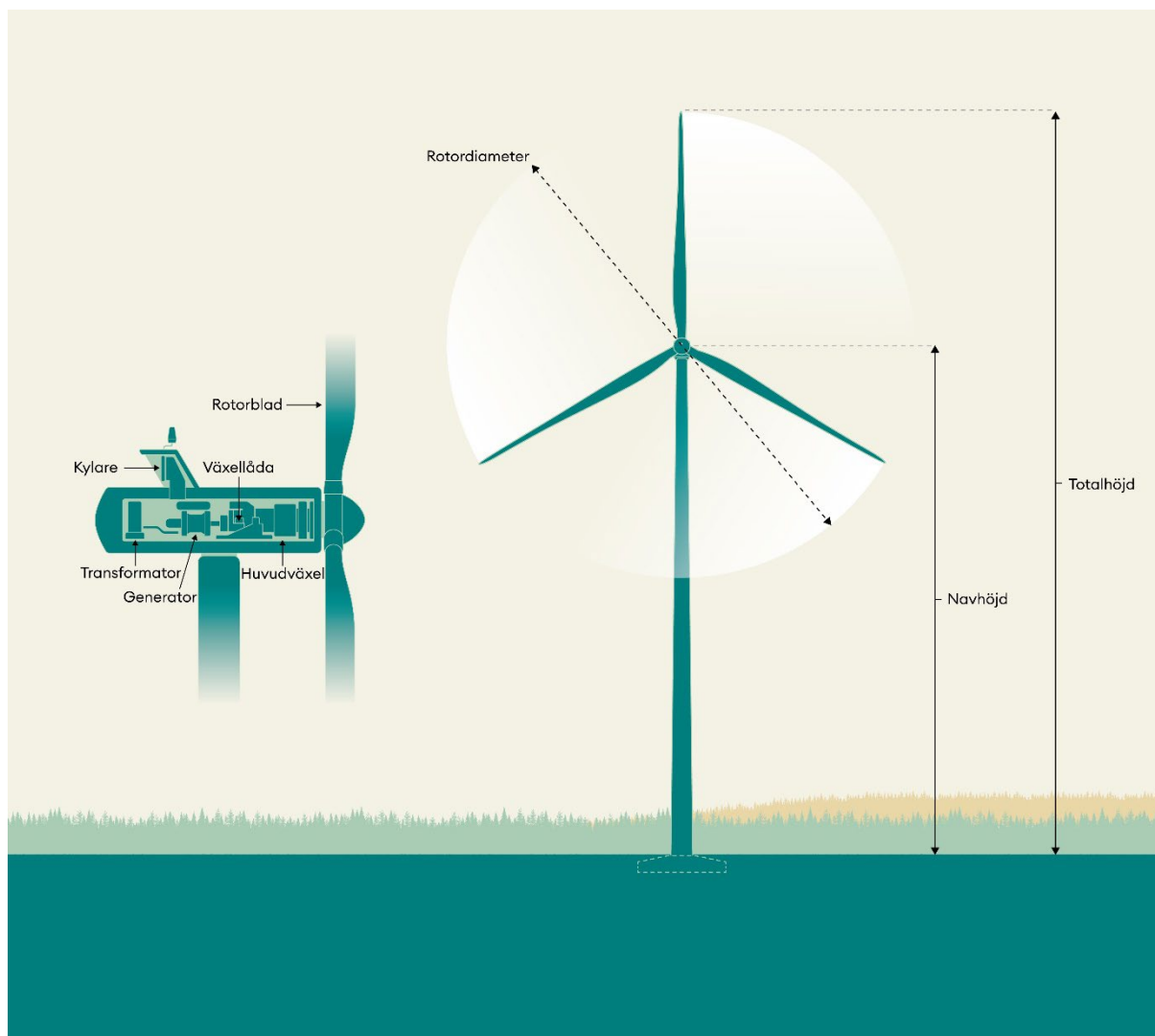
Figur 1. Översiktskarta för den planerade vindparken Trollugnsberget

Projektområdet, inom vilket vindkraftverken med tillhörande följdverksamheter är lokaliserade, omfattar cirka 2800 hektar (28 km²). Med maximalt 30 vindkraftverk beräknas markanspråket uppgå till cirka 99–114 hektar, beroende av vilken typ av kran som används. Detta utgör 3,5–4,1 procent av projektområdets totala areal. Av den ianspråktaga arealen beräknas cirka 54,2–61,7 hektar utgöras av hårdgjord yta, vilket utgör cirka 1,9–2,2 procent av projektområdets totala areal. Det övriga ianspråktagandet består av avverkning av vegetation för att skapa tillräckligt breda vägorridor och trädfri yta i anslutning till montageytorna.

Hur bedömt markanspråk beräknats redovisas i *avsnitt 2.2 Bedömt markanspråk för vindparken*.

1.3 Vindkraftverkens komponenter

Dimensioner för de vindkraftverk som projekteras i Trollugnsberget anges i *Tabell 1. Administrativa uppgifter, tekniska data och anläggningens dimensioner i avsnitt 1.1.* Vindkraftverk består i regel av ett fundament, ett torn, ett nav med tre rotorblad samt ett maskinhus med växellåda¹, generator, transformator, kraftomriktare samt annan utrustning för ett t.ex. kunna vrida maskinhuset längst upp på vindkraftverkets torn, se *Figur 2. Illustration av ett vindkraftverk.* Maskinhuset nås i första hand via hiss men stegar finns också. Generatoren omvandlar rörelseenergi till elektricitet som, via en transformator, överförs till ett överliggande elnät.



Figur 2. Illustration av ett vindkraftverk

Ett vindkraftverk förankras vanligen med gravitationsfundament eller bergsfundament. Vilken typ av fundament som ska användas avgörs till stor del av markens geotekniska förhållanden, se vidare under *2.5 Fundament* och *2.6 Transporter och materialbehov*.

¹ Det finns även så kallade direktdrivna vindkraftverk som saknar växellåda

Driften av vindkraftverken sker genom automatiska system med givare som samlar in data om bland annat vindhastighet, vindriktning, varvtal, effekt med mera. Här registreras även eventuella felaktigheter, såsom obalanser i rotorn, och läckage. Ett övervakningssystem varnar för onormala avvikelser och stänger av vindkraftverket om så behövs.

Maskindirektivet och CE-märkning

Vindkraftverk omfattas av det så kallade maskindirektivet (Direktiv 2006/42/EG). Direktivets syfte är att genom harmoniserade krav undvika olyckor i industriella maskinparken vid konstruktion, tillverkning samt drift och underhåll.² Arbetsmiljöverket har till uppgift att kontrollera att maskindirektivets krav efterföljs. Vindkraftverkstillverkaren måste göra en riskbedömning för att ta hänsyn till risker som en maskin förknippas med eller ger upphov till. Risker som inte kan undanröjas genom konstruktionsåtgärder ska tillverkaren informera ägaren om, till exempel risken för isbildning och iskast. Det föreligger inget krav enligt maskindirektivet att en vindkraftsanläggning behöver hägnas in. Verksamhetsutövaren har ett ansvar för underhåll av vindkraftverken så att de inte medför olägenheter för människors hälsa.³

Förutom maskindirektivet gäller även andra direktiv så som EMC- och LVD-direktivet. För att ett vindkraftverk ska kunna CE-märkas måste alla gällande hälso- och säkerhetskrav i samtliga tillämpliga direktiv uppfyllas.⁴

Vindkraftverk omfattas av föreskrifterna om maskiner, AFS 2008:3 (Arbetsmiljöverkets föreskrifter om maskiner samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna). Dessa föreskrifter visar vilka krav som gäller för att få ta ett vindkraftverk i drift.⁵

1.4 Vindhastigheter och elproduktion

Hur uppstår vindenergi och hur nyttjar vindkraftverken den?

Genom solens strålar uppkommer temperaturskillnader på olika platser i världen som i sin tur skapar olika lufttryck som sätter luften i rörelse och därigenom skapar vind. Vinden påverkas av markfriktion och på låg höjd spelar därför terrängförhållanden så som topografi och vegetation en stor roll. Ju högre upp i atmosfären, desto starkare och mer stabila blir vindarna. För att kunna utvinna så mycket energi som möjligt eftersträvas vid planering av en vindkraftsanläggning alltid de bästa vindlägena och det är önskvärt att bygga så höga vindkraftverk som möjligt med hänsyn till bästa tillgängliga teknik.

Moderna landbaserade vindkraftverk producerar elektricitet mellan cirka 85 och 95 procent av årets timmar och producerar på maxeffekt cirka 30-40 procent av årets timmar. För att vindkraftverken ska ge elektrisk effekt krävs vanligen en vindhastighet om cirka 3–4 sekundmeter. Vindkraftverkens effekt ökar med vinden upp till en vindstyrka av cirka 12–14 m/s, den så kallade märkvinden, varefter effekten regleras så att den så kallade märkeffekten inte överskrids. Anledningen till att man vid vindar över märkvinden reglerar ned effekten, jämfört med vad som skulle kunna produceras, är att kostnaden för att dimensionera vindkraftverken för högre effekt än märkeffekten inte motsvaras av värdet av den extra energi som då skulle kunna

² Svensk vindenergi, 2020-08-24

³ Arbetsmiljöverkets hemsida, 2020-08-24

⁴ Arbetsmiljöverkets hemsida: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/vindkraftverk/fragor-och-svar-om-vindkraftverk2/>, 2020-08-24 Arbetsmiljöverkets hemsida: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/vindkraftverk/fragor-och-svar-om-vindkraftverk2/>, 2020-08-24

⁵ Arbetsmiljöverkets hemsida: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/vindkraftverk/fragor-och-svar-om-vindkraftverk2/>, 2020-08-24 Arbetsmiljöverkets hemsida: <https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/vindkraftverk/fragor-och-svar-om-vindkraftverk2/>, 2020-08-24



utvinnas. Detta eftersom vindar över märkvinden 12–14 m/s endast förekommer under någon procentandel av året. Vindkraftverken är byggda för att stå emot kraftiga vindar och vid vindhastigheter över cirka 25 meter per sekund stängs vindkraftverken ned.

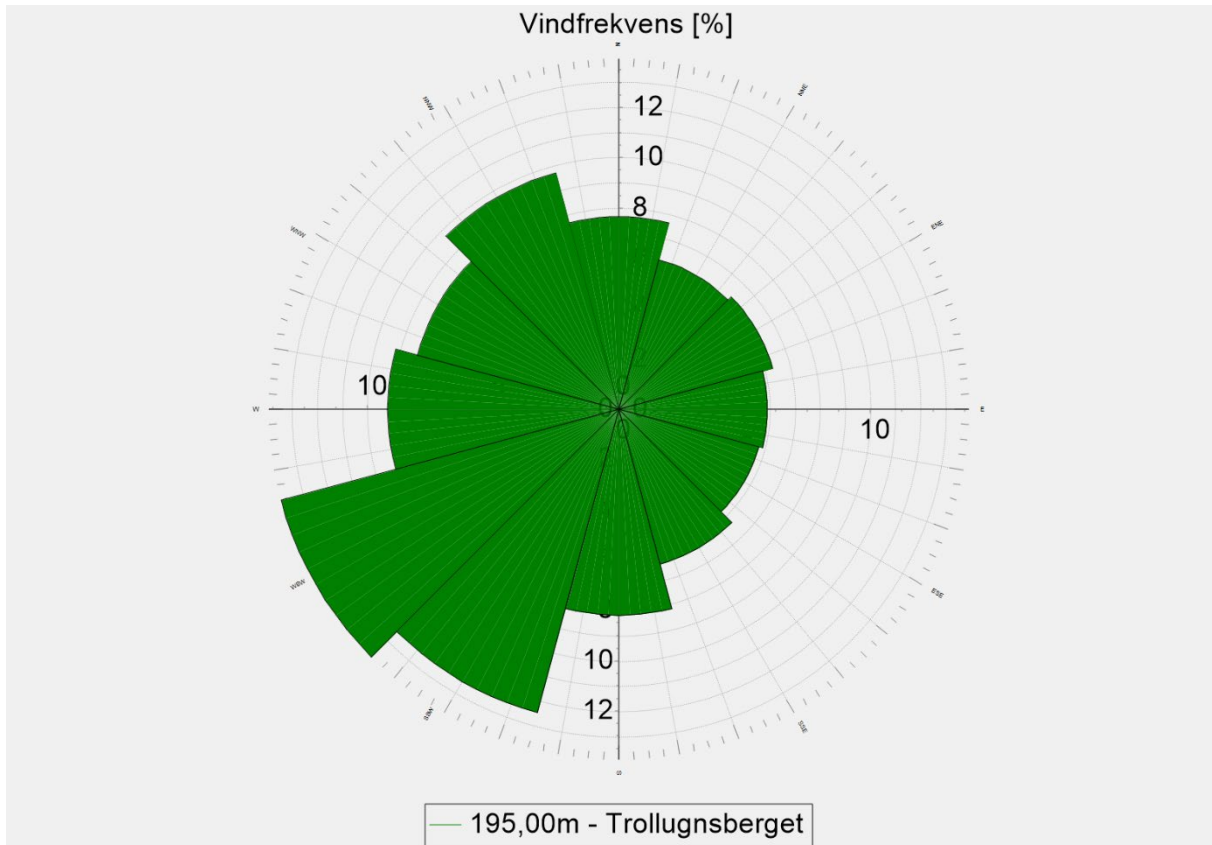
För många moderna vindkraftverk sker dock inte en total nedstängning förrän vid 30 m/s med gradvis minskning av effekten från cirka 20 m/s.

Vindkraftsanläggningens storlek och layout har i aktuellt fall anpassats till platsens förutsättningar samtidigt som hänsyn tagits till människors hälsa och miljön. Inom landbaserade vindkraftsanläggningar i skogsmiljö behöver vindkraftverken komma upp på tillräckligt hög höjd ovan trädtopparna för att undvika vindturbulens och därmed effektivisera energiutvinningen. Hur tätt vindkraftverken kan stå är beroende av rotorbladens storlek och det vindklimat som råder. Bakom ett vindkraftverk uppstår en så kallad vak. Vaken är ett område där vindkraftverket, genom att ta energi ur luften, orsakar en kraftig uppbromsning av vinden. Med ökande avstånd från vindkraftverket så blandas denna nedbromsade vind upp av vind från den omgivande "fria vinden". Nedströms vindkraftverket blir vaken bredare men hastighetsminskningen lägre. På stort avstånd från vindkraftverket har vaken utslätats helt och man uppnår åter den "fria vindhastigheten". Placeringen av vindkraftverken görs därför med ett så pass stort inbördes avstånd att vaken inte ger för stora energitapp, men samtidigt tillräckligt nära varandra för att området för vindparken ska utnyttjas på ett bra sätt.

Vindmätning

Vid planering och projektering av aktuell vindkraftsanläggning har OX2 utgått från uppskattningar av vinden utifrån Global Wind Atlas, MIUU-modellen, NEWA meso, NEWA micro samt Kjeller Vindtekniks vindkartering. Utifrån dessa vinddata är medelvinden i parken cirka 8,1 m/s 195 meter över marken med en dominerande vindriktning från SSV. Se fördelning av vindens riktning i vindrosen, *Figur 3. Förväntad vindfrekvens i förhållande till vindriktning i projekt sberget*. Vindriktningen är hämtad från ERA5.

Några specifika vindmätningar inom projektområdet har ännu inte gjorts. Vindmätning för att verifiera vindklimatet på platsen planeras att göras med hjälp av en eller flera vindmätningmaster som kan antas vara cirka 140–180 meter höga. Vindmätningmasterna omfattas inte av aktuell tillståndsprövning utan är ett separat ärende. Vindmätningmasten eller masterna kommer att installeras för en mättid av cirka 1–2 år. Genom sådana vindmätningar ges information om vindhastigheter, vindriktningar och andra egenskaper som t.ex. turbulens. På detta vis erhålls information som ligger till grund för såväl noggrann beräkning av energiproduktion och platsspecifik dimensionering av vindkraftverken.



Figur 3. Förväntad vindfrekvens i förhållande till vindriktning i projekt Trollugnsberget

2. Byggnation av anläggningen

Byggnationen av anläggningen beräknas ta omkring 2–4 år och anpassas i viss mån utifrån årstidernas förutsättningar. Frekvensen av transporter kommer att variera under byggtiden.

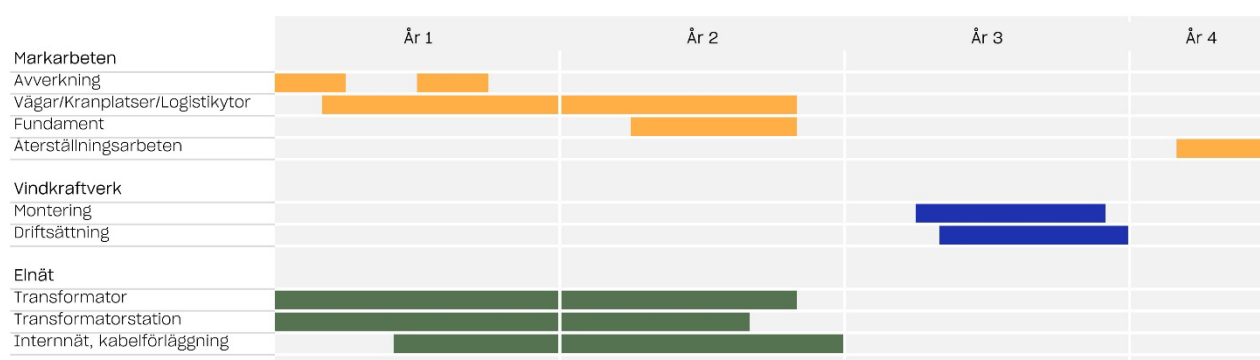
2.1 Arbetsmoment och tidplan

Byggnationen kan översiktligt delas in i följande delmoment:

- Avverkning
- Sprängning och krossning
- Vägbyggnation
- Byggnation av kranplatser
- Grävning/sprängning av fundamentsgrop
- Eventuell betongtillverkning
- Leverans av byggmaterial (betong, armering, grus, sand, kabel mm)
- Armering, formning, borrning och gjutning av fundament
- Kabelförläggning
- Leverans av delar och utrustning som behövs för montering av vindkraftverken

- Montage av vindkraftverket; lyft av vindkraftverkets torndelar, montering av maskinhus och rotorblad
- Installationsarbete av interna system, internt el- och kommunikationsnät
- Elanslutning
- Driftsättning och provdrift
- Återställningsarbeten

Byggnationen av en vindkraftpark sträcker sig vanligtvis över cirka 2–4 år, se exempeltidplan i *Figur 4*.



Figur 4. Exempel på tidplan för byggnation av vindpark på land.

2.2 Bedömt markanspråk för vindparken

Det finns i flertalet faktorer som kommer att påverka det faktiska markanspråket och behovet av hårdgjorda ytor som i dagsläget inte kan bestämmas i detalj, såsom val av vindkraftverk och monteringsmetod.

Tabell 3 anger det beräknade markanspråket baserat på en anläggning med maximalt 30 vindkraftverk som har en totalhöjd om 295 meter. Vindkraftverk med en totalhöjd på 295 meter är större än de vindkraftverk som byggs på land idag. Men teknikutvecklingen går fort; vid tidpunkt för byggnation bedöms vindkraftverk med en totalhöjd om cirka 295 meter finnas tillgängliga på marknaden.

Detta innebär dock att det saknas korrekta dimensioner och data för de vindkraftverk som är planerade att byggas i Trollugnsberget. Beräkningarna i *Tabell 3. Beräknat markanspråk för vindpark Trollugnsberget* är en uppskattning (schablonsiffra) som baseras på OX2:s erfarenheter av redan uppförda vindkraftsanläggningar och som har ökat på proportionerligt till vindkraftverkens ökade dimensioner. Först i detaljprojektering inför byggnationen kan det slutliga markanspråket fastställas. OX2 strävar efter att begränsa markanspråket, dels för att begränsa den negativa miljöpåverkan, dels för att hålla nere kostnaderna.

Hårdgjorda ytor delas in i tre olika kategorier; *montageytor*, *vägar* och *övriga ytor*. Intill dessa hårdgjorda ytor tillkommer trädfria ytor, vilka här benämns som *avverkningsytor*, där träd och sly tas bort. De hårdgjorda ytorna och avverkningsytorna utgör tillsammans det totala markanspråket för anläggningen. Kategorierna beskrivs på de följande sidorna.

Montageytor

Med montageytor avses den hårdgjorda yta som krävs intill varje vindkraftverk för att montera själva verket. Montageytan fungerar som uppställningsplats för kran och hjälpkran vid byggnation. På dessa ytor lagras och förbereds även alla turbinens huvuddelar (torn, blad, maskinhus, nav) innan montering. Storleken och utformningen på montageytan varierar beroende på storleken och modellen på vindkraftverket och på vilken typ av kran som används.



Montageyta från byggnation av Raskiftet vindpark.

Montageytorna finns kvar under hela vindkraftsanläggningens drifttid och används då för underhålls- och reparationsarbeten. Ytorna behövs även när anläggningen ska demonteras.



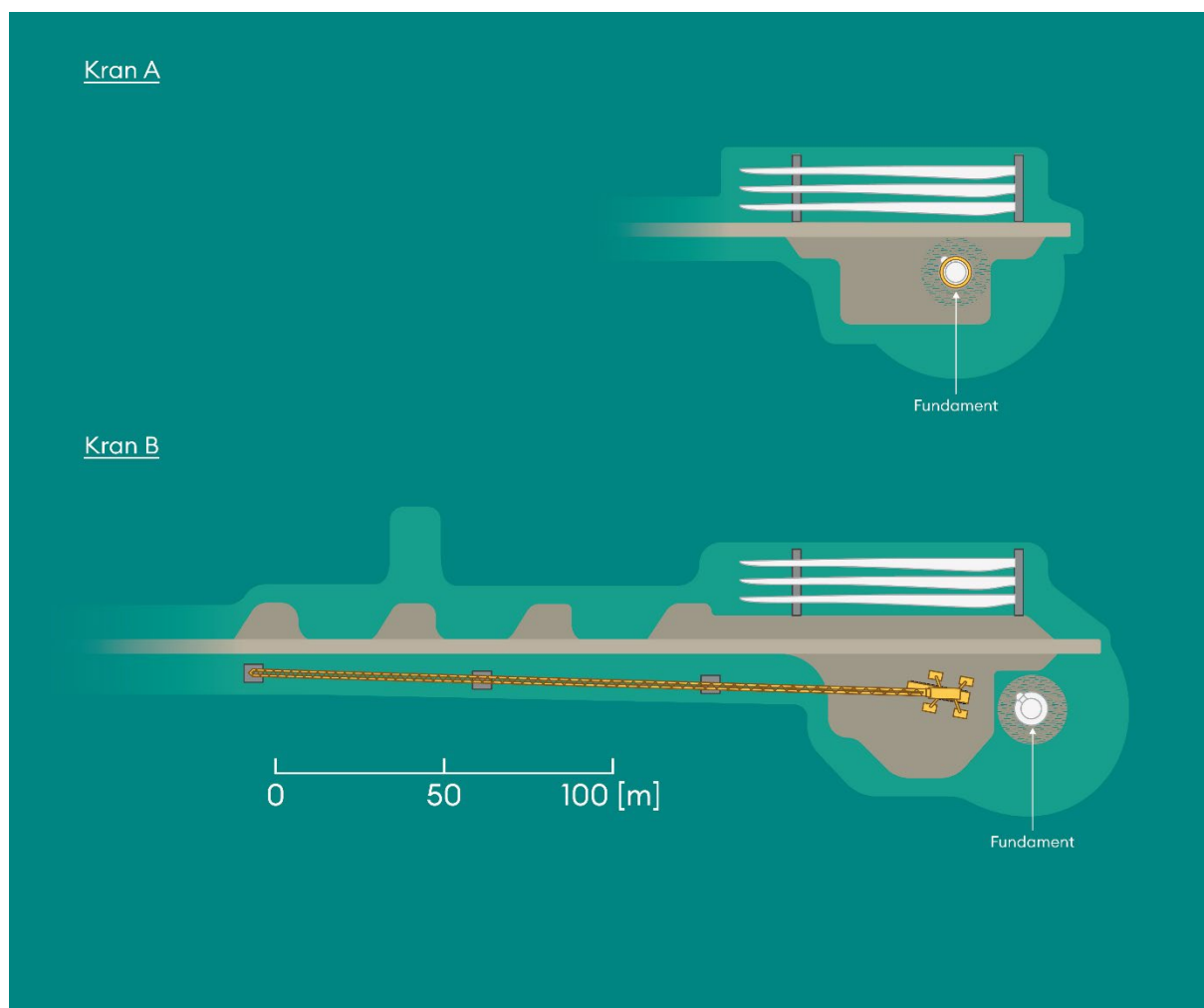
Montageytan finns kvar under hela vindparkens drifttid och används då för drift- och underhållsarbeten. Denna bild är från samma vindkraftverk som på bilden ovan och visar hur montageytan ser ut när vindkraftverket är i drift.

Fundamentet för vindkraftverken ligger i direkt anslutning till montageytan och räknas därför in i den totala arealen för montageytan för respektive placering, se *Figur 5*.

I och med utveckling av högre vindkraftverk så utvecklas också ny kran teknologi. Inom snar framtid kommer nya kranar att komma ut på marknaden som använder tornet som stöd, så kallade *självklättrande kranar*. Självklättrande kranar kommer att ta betydligt mindre yta i anspråk jämfört med kranar med bom som används idag. Vilken kran som kommer att användas i Trollugnsberget vindpark beror av projektets framfart och teknikutvecklingen. Därför redovisas markanspråk för båda dessa krantyper som alternativ där den nya teknologin med självklättrande kran benämns som *Kran A* och kran med bom benämns som *Kran B*.

För Kran A har OX2 tagit del av tillverkares ritningar som visar på montageytor på cirka 1 500 m² med en total avverkningsyta på 5 000 m². Av dessa utgör cirka 2 000 m² avverkad yta utöver det som avverkas för vägen.

För Kran B har en schablonsiffra på 4 000 m² för varje montageyta använts. Avverkningsytan omkring varje montageyta uppskattas till cirka 10 000 – 15 000 m² där tidigare nämnd montageyta är inkluderad. Av dessa utgör cirka 7 000 m² avverkad yta utöver det som avverkas för vägen.



Figur 5. Principskiss sett ovanifrån för verksplacering och montageytor med två olika kranar

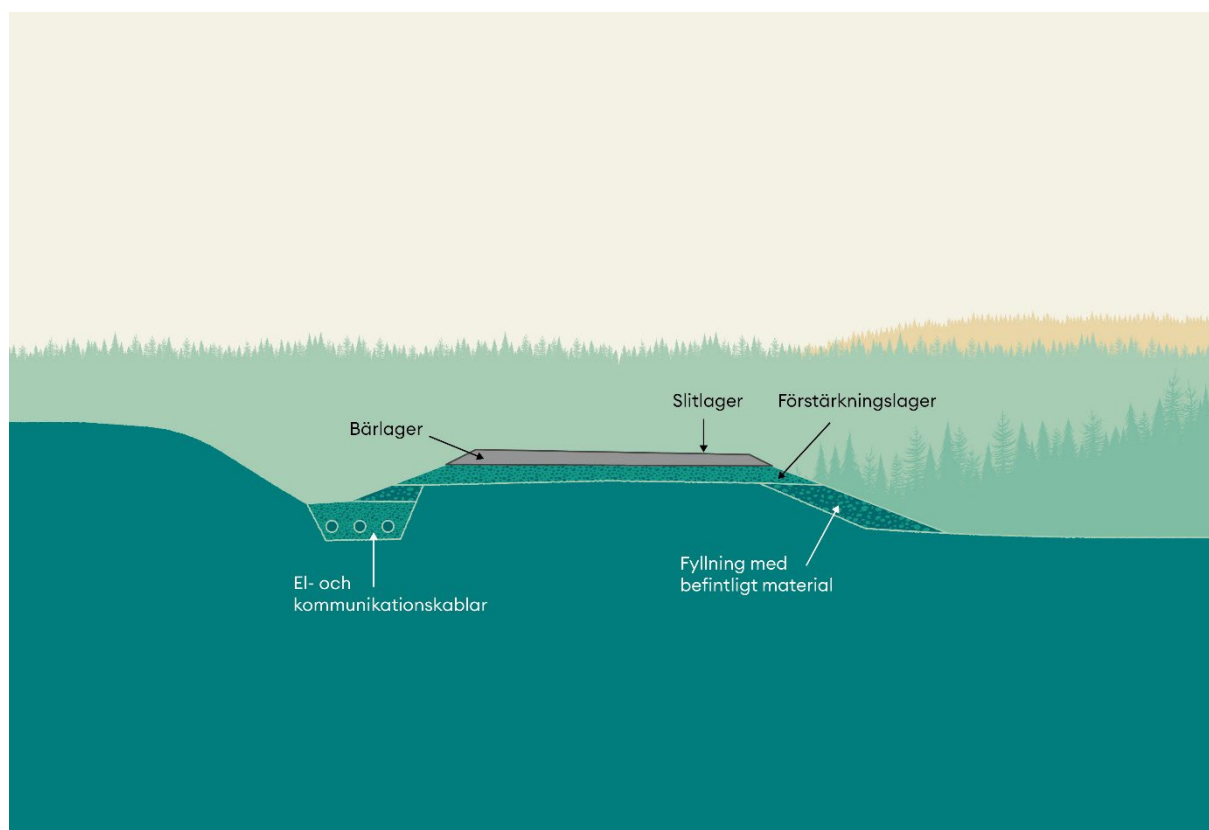
Vägar

Vägar krävs fram till respektive vindkraftverk och kan delas in i *nyanlagda vägar* och *anpassning av befintliga vägar*. Vägen från allmän väg in till projektområdet hanteras i ett separat 12:6-samråd och är inte med dessa beräkningar. Befintliga vägar inom projektområdet kommer att nyttjas där det bedöms lämpligt. Dessa kommer att behöva förstärkas och breddas för att klara de tunga transporterna samt rätas ut för att anpassas till transporterna av vindkraftverkets delar.

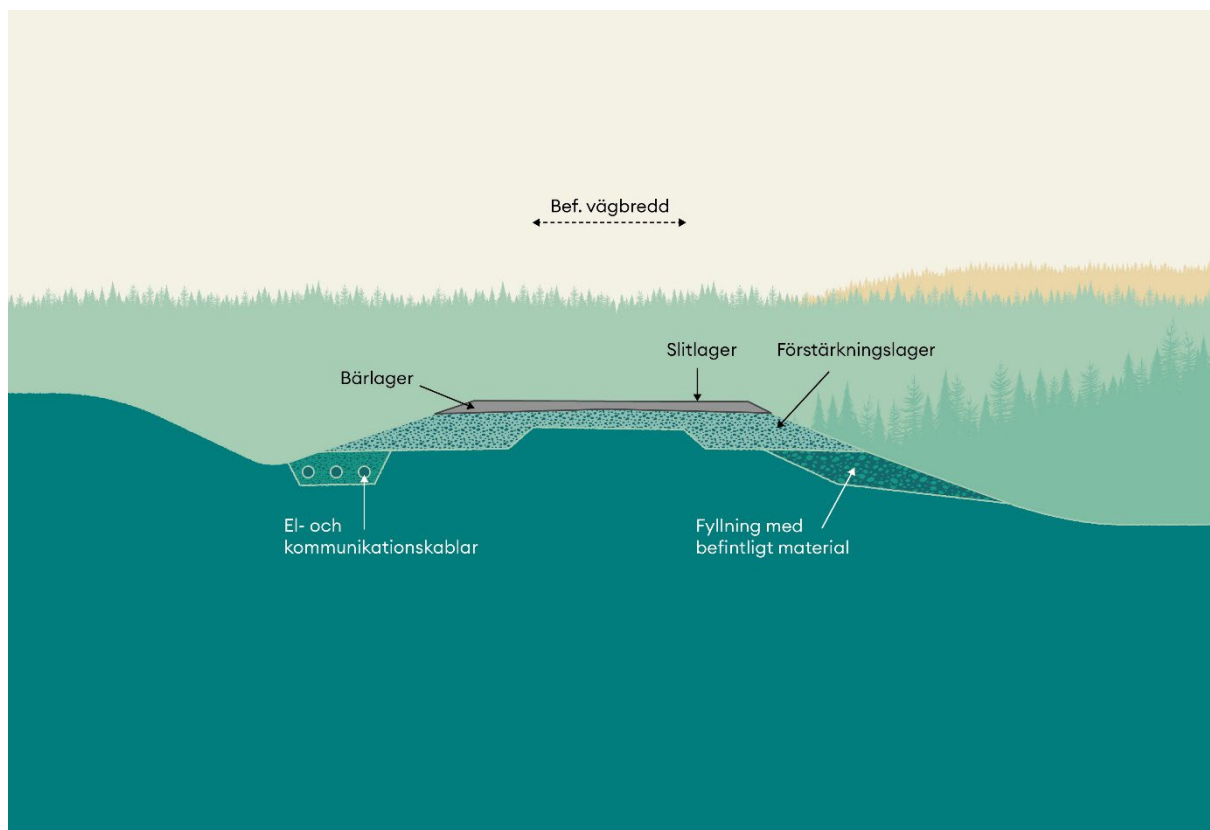
Enligt exemplet på anläggningslayouten i *Figur 1. Översiktskarta för den planerade vindparken Trollugnsberget* kommer det att behöva anläggas cirka 24 kilometer ny väg och cirka 31 km befintlig väg har bedömts behöva breddas och förstärkas. Vägarnas bredd och avverkningsyta är mycket beroende på kurvradier och släntlutningen där vägen går fram. I regel så byggs vägarna med 5 m full bärighet, med erforderlig breddning för kurvor och mötesplatser. Avverkningsytorna för vägen varierar från 20–25 m i plan mark för raka vägar till uppemot 30–35 m där vägen går i tvära kurvor eller längs branta släntlutningar. Diken, vägslänter samt kabelschakt ingår i dessa ytor, se *Figur 6*.

För beräkning av markanspråk för avverkningsytorna har ett schablonvärde om 25 meter använts.

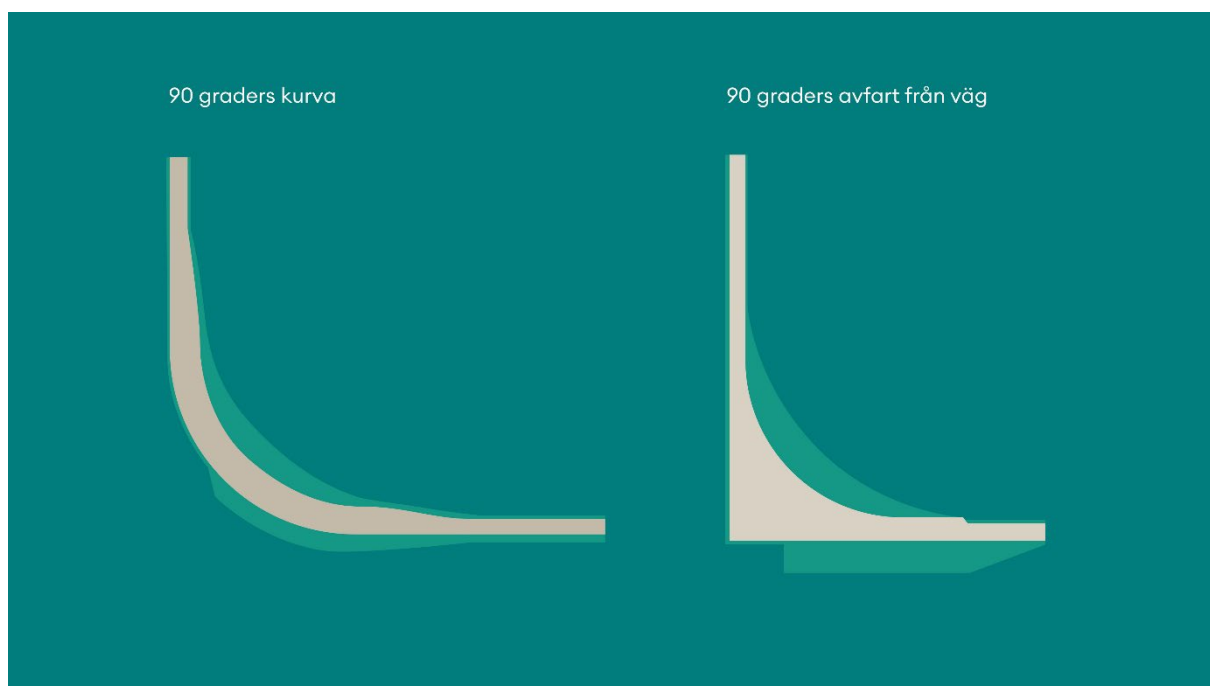
Se vidare om vägbyggnation i avsnitt 2.4 *Vägbyggnation*.



Figur 6. Principskiss nyanläggning av väg



Figur 7. Principskiss för anpassning av befintlig väg. Breddning av befintlig väg kan ske på en eller båda sidorna av befintlig väg



Figur 8. Principskiss för utformning av 90 graders kurva. Den ljusgröna ytan bredvid vägen visar hur rotorbladet sveper över marken vid transport

Övriga ytor

Övriga ytor är till exempel ytor för platskontor, eventuella servicebyggnader, mötesplatser och logistikytor. Ytorna kan vara permanenta eller temporära, detta bestäms senare i samråd med tillsynsmyndigheten.

Exempel på storlekar för olika typer av ytor visas i Tabell 2 nedan.

| Typ av yta | Beräknad storlek |
|---|-----------------------------------|
| Parkeringsytor | Ca 3 000 m ² |
| Platskontor med tillhörande parkering | Ca 5 000 m ² |
| Logistikytor | 15 000 – 20 000 m ² |
| Mötesplatser | Ca 150 m ² /st |
| Vändplatser | Ca 250 m ² /st |
| Totalt bedöms övriga ytor uppgå till ca 30 000 – 35 000 m². | Ca 30 000 – 35 000 m ² |

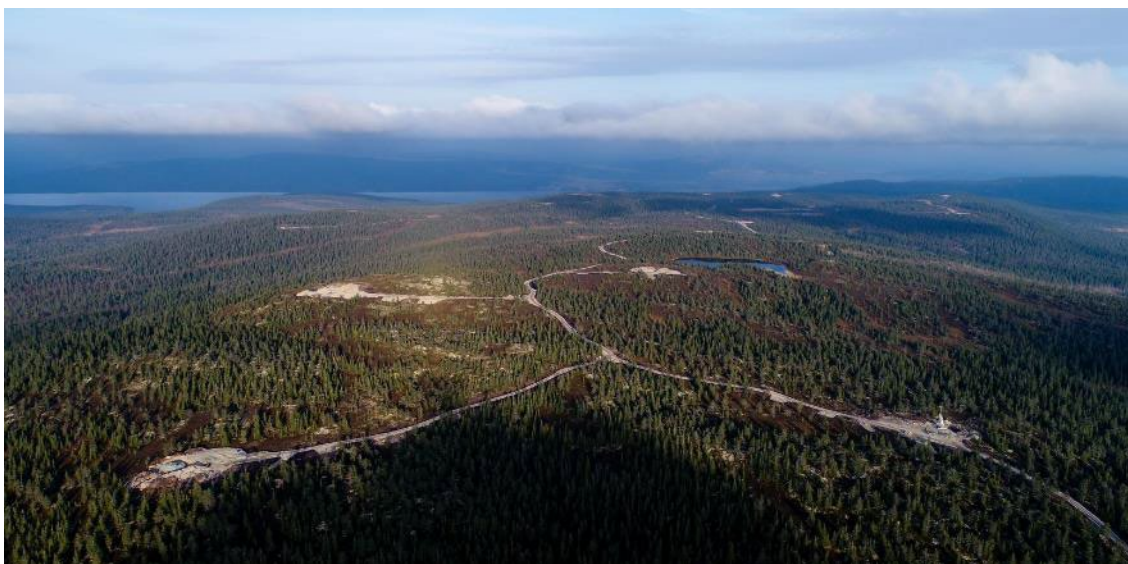
Tabell 2. Generella storlekar för olika typer av övriga ytor



Bild från montering av ett vindkraftverk vid Raskiftet, Norge. Tornet är rest och maskinhuset har precis lyfts på plats

Beräknat totalt markanspråk

I *Tabell 3. Beräknat markanspråk för vindpark* och *Tabell 4. Beräknat totalt markanspråk för vindpark* sammanställs beräknat markanspråk för vindpark Trollugnsberget. Beräkningarna baseras på tidigare erfarenheter från OX2-projekt och kan komma att ändras. Vilken typ av kran som används vid montage av vindkraftverken har en påverkan på det totala markanspråket. För att redogöra för båda kranalternativen redovisas detta som två alternativa markanspråk: den nya teknologin med självklättrande kran benämns som *Kran A* och kran med bom benämns som *Kran B*.



Raskiftet Vindpark i Norge under bygnationsfasen.

Tabell 3. Beräknat markanspråk för vindpark Trollugnsberget

| Typ av yta | Kvantitet | Beräknat markanspråk |
|--|--|---------------------------------|
| Montageytor (hårdgjord yta) | <u>Kran A</u> 30 vindkraftverk à ~0,15 hektar | <u>Kran A</u> Ca 4,5 hektar |
| | <u>Kran B</u> 30 vindkraftverk à ~0,4 hektar | <u>Kran B</u> Ca 12,0 hektar |
| Avverkningsytor intill montageytor exkl. väg | <u>Kran A</u> 30 vindkraftverk à ~0,2 hektar | <u>Kran A</u> Ca 6,0 hektar |
| | <u>Kran B</u> 30 vindkraftverk à ~0,7 hektar | <u>Kran B</u> Ca 21,0 hektar |
| Nyetablering av väg inklusive diken och kabelgrav | Ca 24,3 km schablonvärde 12,5 m | Ca 30,4 hektar |
| Anpassning av befintlig väg inkl. diken och kabelgrav | Ca 22,6 km schablonvärde 7 m | Ca 15,8 hektar |
| Avverkningsytor intill nya vägar | Ca 24,3 km á 20–35 m, schablonvärde 25 m | Ca 60,8 hektar |
| Avverkningsytor intill befintliga vägar | Ca 22,6 km x 10–15 m, schablonvärde 12,5 m | Ca 28,3 hektar |
| Övriga ytor | Ca 30 000 – 35 000 m ² | Ca 3,5 hektar |
| Avverkningsytor för övriga ytor | Ca 30 000 – 40 000 m ² | Ca 3 - 4 hektar |

Tabell 4. Beräknat totalt markanspråk för vindpark Trollugnsberget

| Typ av yta | Totalt markanspråk | Andel av det totala projektområdet (2810 hektar) |
|---|----------------------------------|--|
| Totalt markanspråk (hårdgjord yta och avverkningsytor) | <u>Kran A</u> Ca 99,1 hektar | <u>Kran A</u> 3,5 procent |
| | <u>Kran B</u> Ca 114,1 hektar | <u>Kran B</u> 4,1 procent |
| Hårdgjord yta | <u>Kran A</u> Ca 54,2 hektar | <u>Kran A</u> 1,9 procent |
| | <u>Kran B</u> Ca 61,7 hektar | <u>Kran B</u> 2,2 procent |
| Avverkningsytor exkl. hårdgjorda ytor | <u>Kran A</u> Ca 44,9 hektar | <u>Kran A</u> 1,6 procent |
| | <u>Kran B</u> Ca 52,4 hektar | <u>Kran B</u> 1,9 procent |

2.3 Sprängning, täktverksamhet och krossning

Vid grundläggningen för fundament, montageytor, kabelschakt och nya vägar inom vindkraftsanläggningen kommer det med stor sannolikhet att krävas sprängning.

Massbalans kommer eftersträvas så långt det är möjligt, sprängmassorna som uppkommer kommer att användas som fyllnadsmaterial för vägar och kranplatser. Dock bedöms inte sprängmassorna att täcka hela behovet av massor, men minskar ändå behovet från täkt. För att tillgodose behovet av massor utreds möjligheter för en ny täkt inom eller i anslutning till projektområdet. En sådan ansökan kommer i sådana fall att lämnas in separat.

Sprängmassor kan användas direkt som uppbyggnad av kranplaner där nivåskillnaden är stor eller till underbyggnad vid våtpassager där råberget är genomsläppligt. Övrigt material krossas av mobila krossverk till olika fraktioner så som förstärkningslager, bärlager eller slitlager. Genom krossning fördelas stora stenblock till olika mindre fraktioner.

Det finns olika storlekar på mobila krossverk, de mindre flyttar man enkelt runt till de olika fundamentpositionerna medan större krossverk placeras på en central plats t.ex. den planerade lagringytan. Råberget transporteras då istället dit med hjullastare, dumprar, eller lastbilar.

2.4 Vägbyggnation

De i ansökan redovisade vägsträckningarna hör samman med den ansökta layouten för vindkraftverken. Vägsträckningar kan komma behöva justeras i samband med detaljprojektering. Vägarna har dock planerats med omsorg utifrån de bevarandevärden som finns inom projektområdet idag och kan ses som ett realistiskt exempel på vägdragningen inom vindkraftsanläggningen. I och med åtaganden i MKB säkerställs att hänsyn kommer att tas till bevarandevärden, även om det blir andra vägsträckningar i den slutliga layouten.

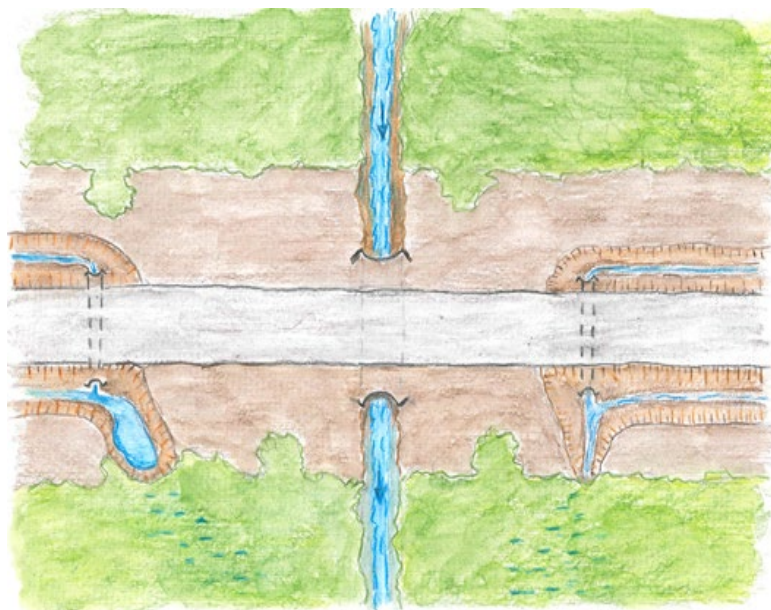


Förstärkning av vägsträcka intill Mosjön, vid byggnation av vindpark Valhalla.

Efter att tillstånd erhållits utförs en detaljprojektering av området samt geotekniska undersökningar. I detaljprojekteringen kommer det slutliga vägnätet att optimeras utifrån ett kostnads- och resursförbrukningsperspektiv i kombination med åtgärder för att minimera ingreppen i naturmiljön. Slutlig väglayout kommer att samrådats med tillsynsmyndigheten.

För nyanläggande av väg samt för upprustning av befintlig väg kommer i så stor utsträckning som möjligt återvunnet fyllnadsmaterial och konventionellt krossmaterial användas. Skogsstyrelsens anvisningar för projektering och byggnation av vägar i skogsmark kommer att tillämpas.

I beräkningarna av materialbehovet som är beskrivet i *Tabell 5. Beräknat materialbehov baserat på beräknat markanspråk* så har schablonvärden för nybyggnation och förstärkning av befintliga vägar använts. Exempelvis för nybyggnation (slitlager 5 cm, bärlager 10 cm och förstärkningslager 30 cm), det verkliga utfallet kommer att anpassas efter de geotekniska egenskaperna och de krav som ställs av vald turbinleverantör.

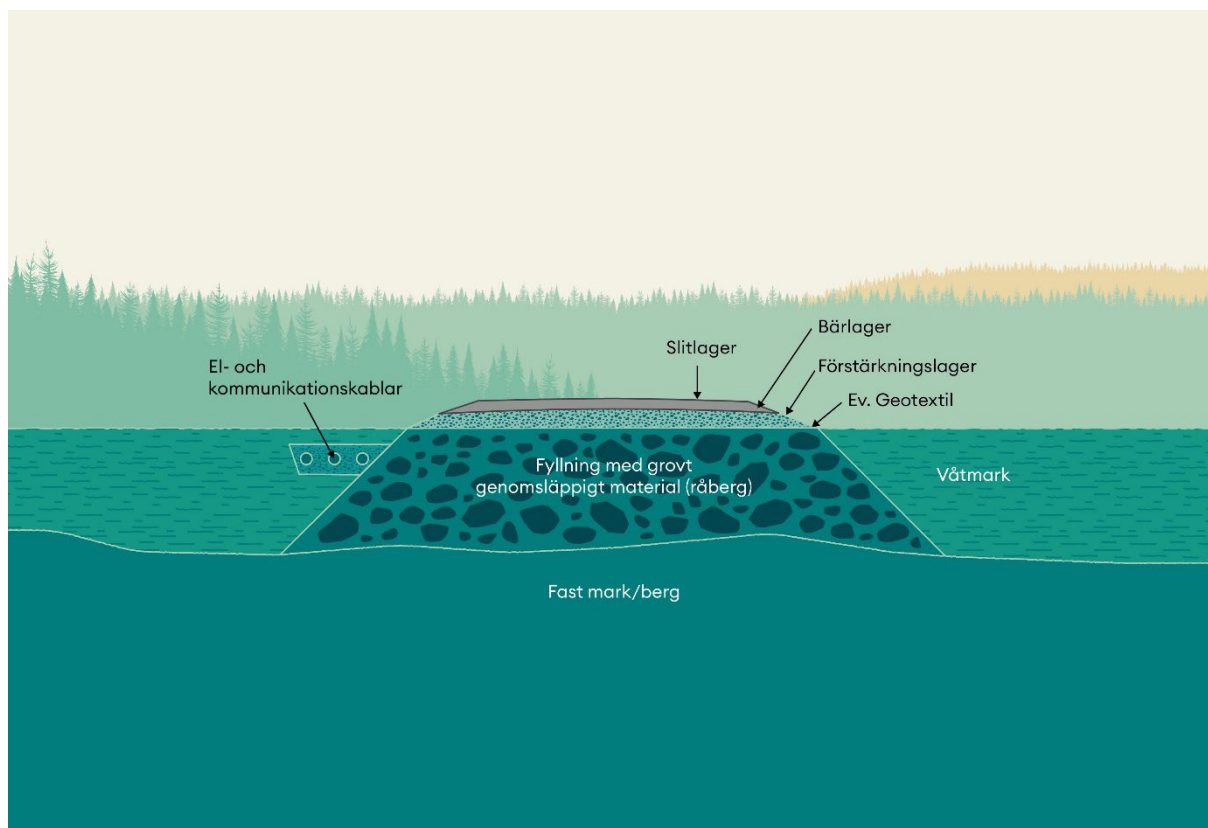


Figur 9. Exempel på hur diken avslutas före passage av bäck.

Anläggningsarbetet kommer att planeras på ett sådant sätt att en eventuell påverkan på hydrologi ska minimeras. Vägkroppen kommer att dräneras för att bland annat undvika erosions-skador, och ytvatten avleds från vägområdet via diken. Vägtrummor kommer att placeras genom vägkroppen med jämna mellanrum och där behov finns. Vägtrummor i befintliga skogsbilvägar kan komma att bytas ut och ersättas för att de ska erhålla rätt längd/dimension för ändamålet. Nya diken längs vägar ska i möjligaste mån inte ledas direkt ner i befintligt vattendrag. Diket leds istället om möjligt ut i terrängen innan vattendraget så att vattnet får filtreras genom vegetationen, se *Figur 9*. Detta för att undvika grumling av vattendraget.

Anläggande av väg över våtmark och bäckar undviks så långt det är möjligt. Går det inte att undvika våtmarker, anläggs vägen med metoder för att minimera påverkan på hydrologin. Till exempel genom att gräva ut torvmassorna till fast mark och att vägen byggs upp med grovt genomsläppligt material i botten (råberg/sten) för att bibehålla vattengenomströmningen i våtmarken, se *Figur 10. Exempel på nyanläggning av väg över våtmark*. Ovanpå kan eventuell geotextil läggas och sedan förstärkning och bärlager som för vanliga vägar. Vid korsning av våtmark anläggs inga diken, men däremot kan trumma anläggas i kanten av våtmarken för att ta hand om eventuellt ytvatten.

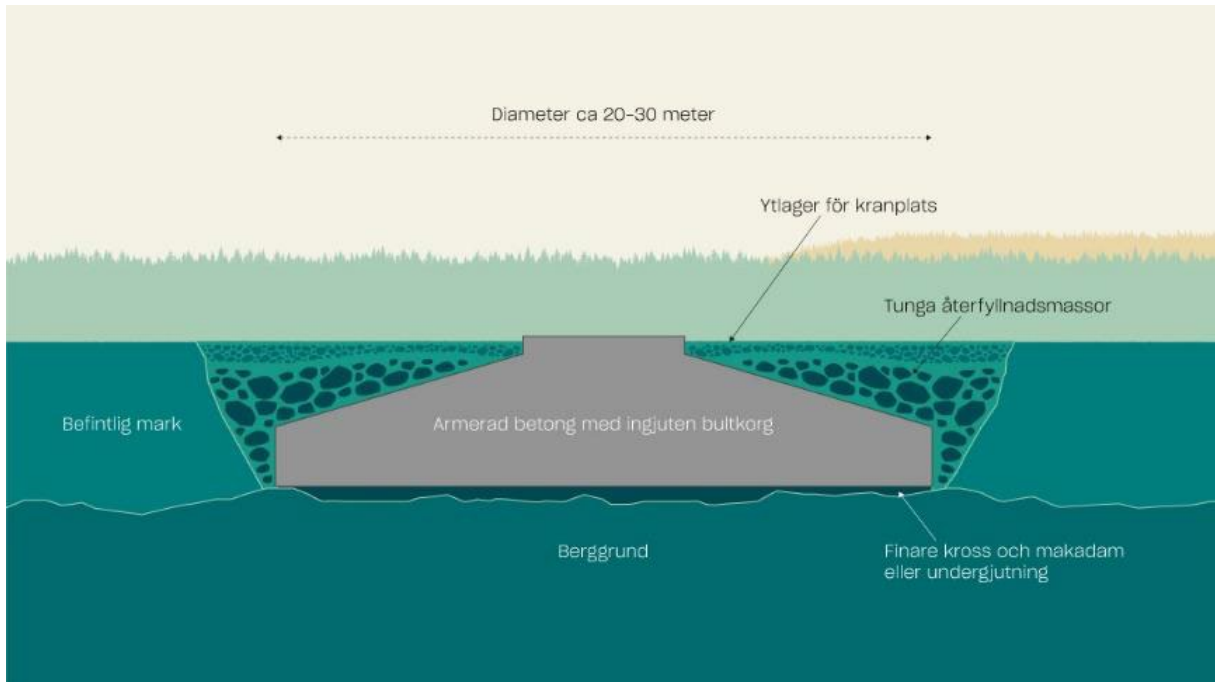
Korsande av bäckar/åar undviks också så långt det går men vid behov sker separat anmälan av vattenverksamhet i god tid innan eventuella arbeten påbörjas.



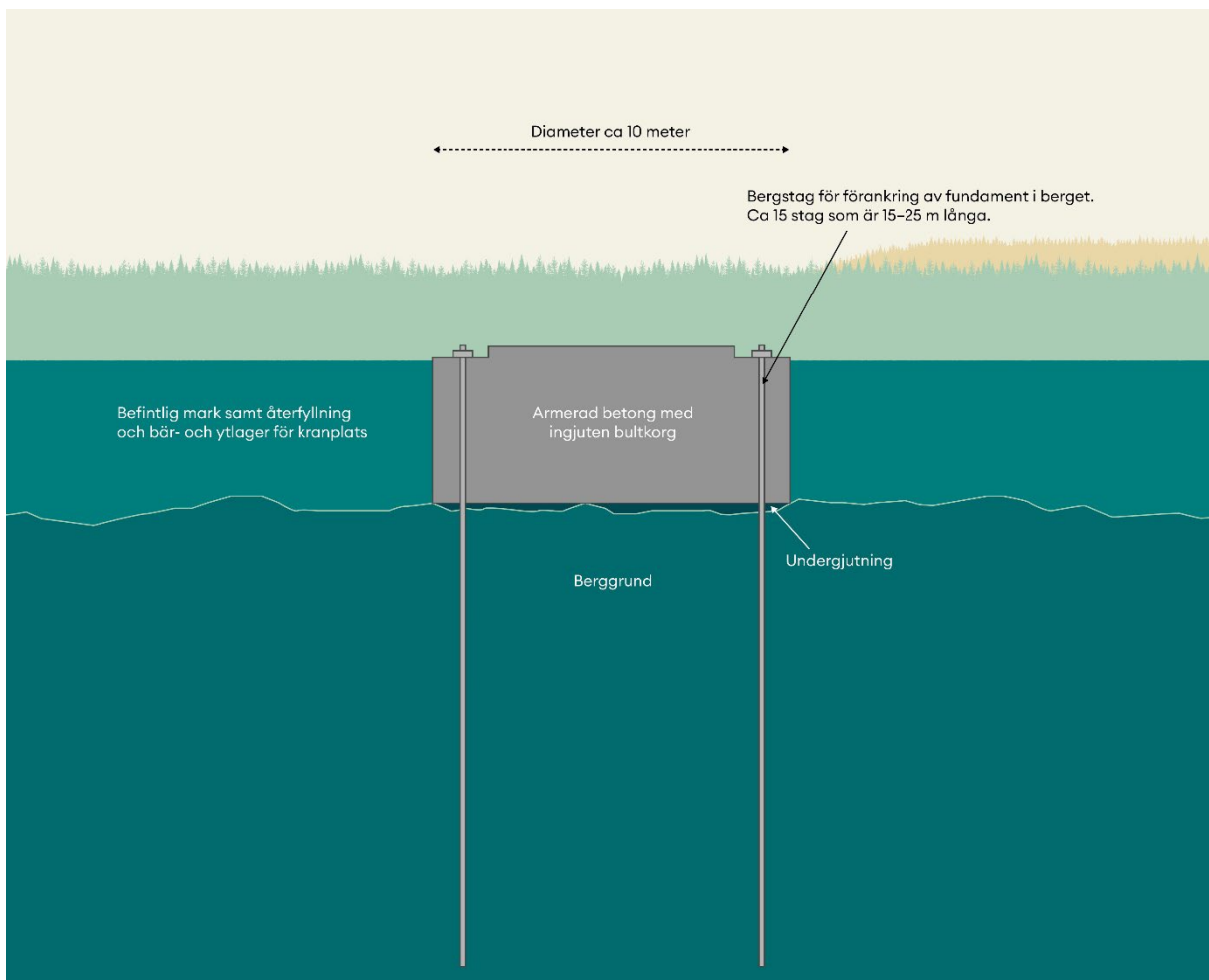
Figur 10. Exempel på nyanläggning av väg över våtmark

2.5 Fundament

Vindkraftverk förankras antingen genom ett *gravitationsfundament* eller genom ett *bergförankrat fundament*. Vilken av metoderna som ska användas är beroende av markens geotekniska förhållanden och bestäms således efter provtagning av berggrunden. Fundamentets dimensioner varierar beroende på val av vindkraftverk och därmed kan inga exakta dimensioner och volymer för fundamenten anges i dagsläget. Principskisser för fundament visas i *Figur 11* och *Figur 12*.



Figur 11. Principskiss för gravitationsfundament



Figur 12. Principskiss för bergfundament

I detaljprojekteringen utförs en grundlig geoteknisk undersökning på alla fundamentspositioner där man tar reda på grundvattennivå, djup till berg, jord- och bergsparametrar. Detta tillsammans med lastdokument från turbintillverkaren ligger sedan till grund för val och design av fundamentstyp.

Gravitationsfundament används vanligen där markens jordlager är större. Fundamentet gjuts under markytan och vindkraftverkets torn bultas fast i en ingjuten bultkorg i fundamentet. Gravitationsfundamenten har oftast en piedestal som själva vindkraftverket monteras på och det är bara den ytan som blir synlig. Större delen av ett gravitationsfundament ligger under marknivån och är övertäckt med återfyllnadsmassa som ingår i själva tyngden/designen av fundamentet. OX2 bedömer att ett gravitationsfundament för ett vindkraftverk i aktuell storlek upptar en hårdgjord yta på cirka 700 m² under marken och synligt på ytan med cirka 40 m². Cirka 800-1200 m³ betong samt cirka 150-200 ton armeringsstål bedöms krävas för gjutning.



Här pågår gjutning av ett gravitationsfundament i vindpark Raskiftet i Norge.

Vid förankring av vindkraftverken direkt på berg monteras fundamentet med bultkorgen på en avjämnad yta och sedan förankras själva fundamentet med stag/vajrar som gjuts fast i berget i borrhål på 15–25 m djup. Förankring på berg kräver en mindre mängd betong i jämförelse med gravitationsfundament. Generellt används cirka 300-400 m³ betong för bergsfundamenten och cirka 50-70 ton armering.



Här sker gjutning av ett bergsfundament i Metsälamminkangas vindpark i Finland.

Efter att fundament gjutits lämnas det för att härda i cirka en månad och därefter följer besiktning och godkännande innan montage av vindkraftverket kan påbörjas.

Betongtillverkning

Den betong som krävs för byggnation av anläggningen kan antingen transporteras från betongtillverkare eller tillverkas inom projektområdet i en mobil betongstation. I den tekniska beskrivningen görs exempel-beräkningar utifrån att betong transporteras från betongtillverkare.

En mobil betongstation anläggs temporärt och grus, cement och vatten blandas på plats inom projektområdet för att sedan pumpas ut med pumpbil vid fundamentet. Vilken metod som ska användas kommer att beslutas i detaljprojekteringen.

I det fall betong tillverkas på plats och vatten behöver utvinnas från någon sjö, kommer en separat anmälan om vattenverksamhet göras i samband med detaljprojekteringen.

Uppställningsyta för mobil betongstation och/eller uppläggningsplats för materialförråd uppskattas till cirka 0,5–1 hektar, vilket det finns utrymme för inom respektive montageyta.



Gjutning av bergsfundament i Amot-Lingbo vindpark, Sverige. Två mobila betongstationer blandar betong direkt på montageytan.

2.6 Transporter och materialbehov

Transportväg till projektområdet

Vindkraftverkens delar kommer sannolikt att transporteras med båt in till lämplig djuphamn. Där lastas de om till olika typer av lastbilar som sedan transporterar delarna vidare till projektområdet.

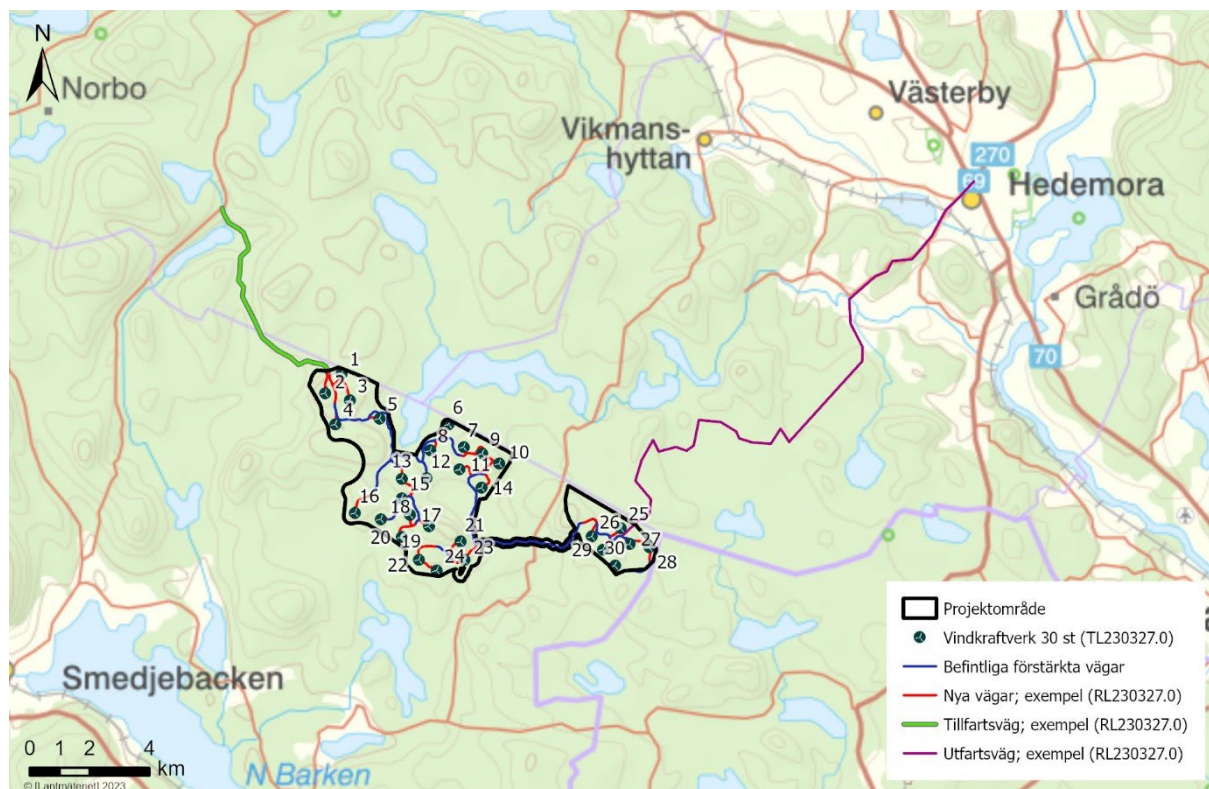
I god tid innan byggstart tas en transportplan fram i samråd med Trafikverket. I transportplanen redogörs för vilka vägar som kommer att användas. Den kommer också redovisa vilka förstärkningar och breddningar av det allmänna vägnätet som kommer att behövas för att möjliggöra god framkomlighet.

En tänkbar transportväg från Hargshamn till Trollugnsberget längs allmän väg har tagits fram för bladtransporter, se *Figur 13. Exempel på transportväg till projektområdet*. Bladtransporterna går längs väg E4 från Hargshamn till Gävle. I Gävle svänger transporten av på E16 via Sandviken och följer vägen till trafikplatsen Tegelbruket, där avviker transporten längs väg 68 söderut till Avesta. För att sen svänga av mot Hedemora via väg 70 och vidare till Säter. Framme i Säter svänger man av mot väg 650 till avfarten för Jutbovägen som senare leder till Vitgruvsvägen och sen in till Trollugnsbergets projektområde. För tornen går transporterna istället från Gävle hamn, sen vidare längs väg E4 till Ockelbo. Därefter mot Svärdsjö till Falun, Borlänge och sen vidare till Jutbovägen som senare leder till Vitgruvsvägen och projektområdet.



Figur 13. Exempel på transportväg till projektområdet

I Figur 14. Exempel på in- och uttransportvägar för turbinleverans vindpark Trollugnsberget visas exempel på vägar som kan bli aktuella för in- och uttransporter för vindparken.



Figur 14. Exempel på in- och uttransportvägar för turbinleverans vindpark Trollugnsberget

Materialbehov och materialtransporter

Som genomgående nämns i denna tekniska beskrivning dimensioneras hårdgjorda ytor utifrån slutligt val av vindkraftverk. Uppskattningen av materialbehov och beräkning av materialtransporter är således baserade på schablonvärden för byggnation av 30 vindkraftverk. För materialbehov till montageytor finns två alternativ där montageytor för den nya teknologin med självklättrande kran benämns som *Kran A* och kran med bom benämns som *Kran B*. En bedömning av materialbehov redovisas i *Tabell 5. Beräknat materialbehov baserat på beräknat markanspråk*.

Tabell 5. Beräknat materialbehov baserat på beräknat markanspråk

| Typ av markanspråk | Typ av material | Totalt beräknat materialbehov |
|-----------------------------|-----------------------|---|
| Montageytor (hårdgjord yta) | Slitlager kranplatser | <u>Kran A</u> Ca 200 ton x 30 = 6 000 ton <u>Kran B</u> Ca 550 ton x 30 = 16 500 ton |

| | | |
|--|--|---|
| | Bärlager kranplatser | <u>Kran A</u> Ca 375 ton x 30 = 11 250 ton <u>Kran B</u> Ca 1 000 ton x 30 = 30 000 ton |
| | Förstärkningslager kranplatser | <u>Kran A</u> Ca 2 250 ton x 30 = 67 500 ton <u>Kran B</u> Ca 5 000 ton x 30 = 150 000 ton |
| Nytablering av väg inkl. diken och kabelgrav | Slitlager | Ca 12 000 ton |
| | Bärlager | Ca 24 000 ton |
| | Förstärkningslager | Ca 68 000 ton |
| Anpassning av befintlig väg inkl. diken och kabelgrav | Slitlager | Ca 10 000 ton |
| | Bärlager | Ca 22 000 ton |
| | Förstärkningslager | Ca 25 000 ton |
| Övriga ytor | Slitlager | Ca 1 500 ton |
| | Bärlager | Ca 8 000 ton |
| | Förstärkningslager | Ca 55 000 ton |
| Fundament | Ballast för betong till fundament (10 gravitationsfundament och 20 bergsfundament) | 2000–3000 ton x 10 + 1000 ton x 20 = Ca 50000 ton |

För byggnation av hårdgjorda ytor används i huvudsak krossat berg i olika fraktioner, men även finare material. Sprängmassor som uppkommer under byggnationen avser OX2 att använda för anläggningen och massbalans kommer att eftersträvas. En undersökning om att etablera en ny täkt inom eller i närheten av projektområdet utreds i dagsläget. Det är svårt att uppskatta antalet transporter med krossmaterial som krävs, då det beror på hur stora möjligheterna är att använda och omfördela sprängmassor som uppkommer inom projektområdet, samt om OX2 erhåller tillstånd för att etablera täkt.

redovisar en uppskattning av antalet tunga transporter under byggnationen av Trollugnsberget vindpark baserat på ett *alternativ* som utgår från en täkt utanför vindparken och att betong hämtas från betongtillverkare, samt att 50 procent av beräknade materialbehovet för förstärkningslager till vägar och ytor kommer från sprängmassor som uppkommit under byggnation. För beräkning av antal transporter av bergkross används antagande om lastbilar med 30 ton lastkapacitet. Om OX2 erhåller tillstånd till täktverksamhet kommer erforderligt krossmaterial inte att behöva transporteras från extertäkt.

Med nuvarande förutsättningar är det svårt att sja om några transportvägar för övriga tunga transporter utöver exempelvägen som redovisas i figur 14 för leverans av vindkraftverk. Detta då

projektets lokalisering i närheten av flertalet större orter möjliggör leveranser från olika betongstationer och tåktar i närområdet som kan komma att bli aktuella om förutsättningar för tåkt och betongproduktion inom projektområdet inte finns. Nedan följer grundtankar inför val av transportvägar som OX2 analyserar.

- Om möjligt väljer OX2 att anlägga en tåkt inom projektområdet för att minska transporter och störningar för närboende
- Förutsättningar att teckna avtal med markägare/vägförening
- Vägarnas bärighet/framkomlighet och kraven för transporter
- OX2 strävar efter att nyttja vägar som berör minst antal närboende

En rad skyddsåtgärder kopplat till transporter har redovisats i avsnitt 6.6 i miljökonsekvensbeskrivningen.

Behovet av mängd betong varierar med vilken fundamentstyp som lämpar sig. Behovet är större med gravitationsfundament kontra bergsfundament. För att utgöra grund för beräkningar av materialbehov och transporter så har ett antagande gjorts om att det kommer anläggas 10 gravitationsfundament och 20 bergsförankrade fundament, som bland annat är baserat på data om ytligt berg från SGU. Detta ger ett uppskattat betongbehov på cirka 20 000 m³, vilket motsvarar 50 000 ton. Den slutliga utformningen av fundamenten kommer att avgöras i ett senare skede inför anläggningen, vilket innebär att mängden betong kan justeras. Transport av vindkraftverkens delar sker i sektioner och för varje vindkraftverk krävs cirka 20 transporter. Antal transporter varierar för olika vindkraftverksmodeller och beror till största delen på vilket typ av torn som används. I uppskattningen utgår vi från ståltorn, vilket är det vanligaste alternativet idag. Betongtorn eller hybridtorn innebär att fler transporter krävs.

Utöver transporterna som framgår av *Tabell 6* så tillkommer även transporter för avverkning, vägunderhåll, vissa leveranser och personbiltransporter.

Anläggningsarbetena i vindparken kommer att inledas med avverkning av nya vägsträckningar och ytor. Avverkningen kommer att medföra vissa transporter, dels av skogsmaskiner samt dels av timmertransporter för att frakta virket.

Behovet av transporter för underhåll av vägsträckor är svårt att beräkna, och beror till stor del på väderförutsättningar. Detta gäller t.ex. dammbindning, hyvling, snöröjning och sandning. Under vissa perioder kan det vara flera transporter i veckan, men vissa månader kommer inget underhåll alls att krävas.

Andra transporter utgörs av leveranser av material till kontor, trummor, skyltar, markduk, hyrmaskiner, tankbilar, slamtömning och avfallshantering. Detta bedöms kunna vara cirka 1–2 transporter per dag under anläggningstiden.

Personbiltransporter av personal kommer att variera under anläggningstiden. Flest arbetare inom området per dag kommer det att vara under turbinmonteringen, men även gjutning av fundament är en intensiv period. Under dessa faser kan det vara upp till cirka 60 personbiltransporter om dagen.

Med transporter i tabellen avses en in – och uttransport (det vill säga två transportrörelser).

Tabell 6. Sammanställning av bedömda transportbehov

Beräkningarna baseras på alternativ (en täkt utanför vindparken och att betong hämtas från betongtillverkare, samt att 50 procent av beräknade materialbehovet till förstärkningslager för vägar och ytor kommer från sprängmassor som uppkommit under byggnation). Angivna antal är uppskattningar och därav ungefärliga.

| Transport | Antal transporter | Varav interna transporter | Varav externa transporter |
|--|---|-----------------------------|--------------------------------|
| Massor till vägar och ytor (från täkt eller sprängmassor) | <u>Kran A</u> 10 350 | <u>Kran A</u> 3600 | <u>Kran A</u> 6 750 |
| | <u>Kran B</u> 14 070 | <u>Kran B</u> 4970 | <u>Kran B</u> 9 100 |
| Fundament | | | |
| - Betong | 3340 | 0 | 3340 |
| - Armering | 340 | 0 | 340 |
| Summa | 3680 | 0 | 3680 |
| Kabel & ställverk (summa) | | | |
| - Materialtransporter m.m. | 400 | 0 | 400 |
| - Masshantering ställverk | 165 | 0 | 165 |
| Summa | 565 | 0 | 565 |
| Turbintransporter (huvuddelar) | 20 transporter x 30 vindkraftverk = 600 | 0 | 600 |
| Kranar | <u>Kran A</u> 1–10 transporter x 30 vindkraftverk = 30–300 | <u>Kran A</u> 30-300 | <u>Kran A</u> 1–10 |
| | <u>Kran B</u> 50 transporter x 30 vindkraftverk = 1500 | <u>Kran B</u> 1500 | <u>Kran B</u> 50 |
| Totalt | <u>Kran A</u> 15 226-15 505 | <u>Kran A</u> 3 630-3900 | <u>Kran A</u> 11 596-11 605 |
| | <u>Kran B</u> 20 465 | <u>Kran B</u> 6470 | <u>Kran B</u> 13 995 |

2.7 Elanslutning

Hur anslutningen av vindkraftsanläggningen till det överliggande elnätet ska ske utreds för närvarande tillsammans med berörda elnätsföretag. Det finns två alternativ för anslutningen, antingen till transformatorstation vid Morgårdshammar eller till transformatorstation i Avesta. Anslutning av vindkraftsanläggningen kommer i båda fallen preliminärt att ske via en ny luftledning till stamnätet. I anslutningspunkten för det interna elnätet, som utgörs av en transformatorstation, kommer spänningen transformeras upp för anslutning till överliggande nät. En preliminär placering av denna transformatorstation visas i *Figur 1*.

Anslutningsledningen är koncessionspliktig enligt ellagen och behandlas i ett separat koncessionsärende.

Vid tidpunkten för vindparkens uppförande skulle det även kunna vara aktuellt att nyttja vindparkens elproduktion för t.ex. produktion av vätgas. Om det blir aktuellt kan även det utgöra anmälningspliktig eller tillståndspliktig verksamhet, som i så fall hanteras i en separat prövning.



Transformatorstation vid OX2:s vindpark Raskiftet i Norge.

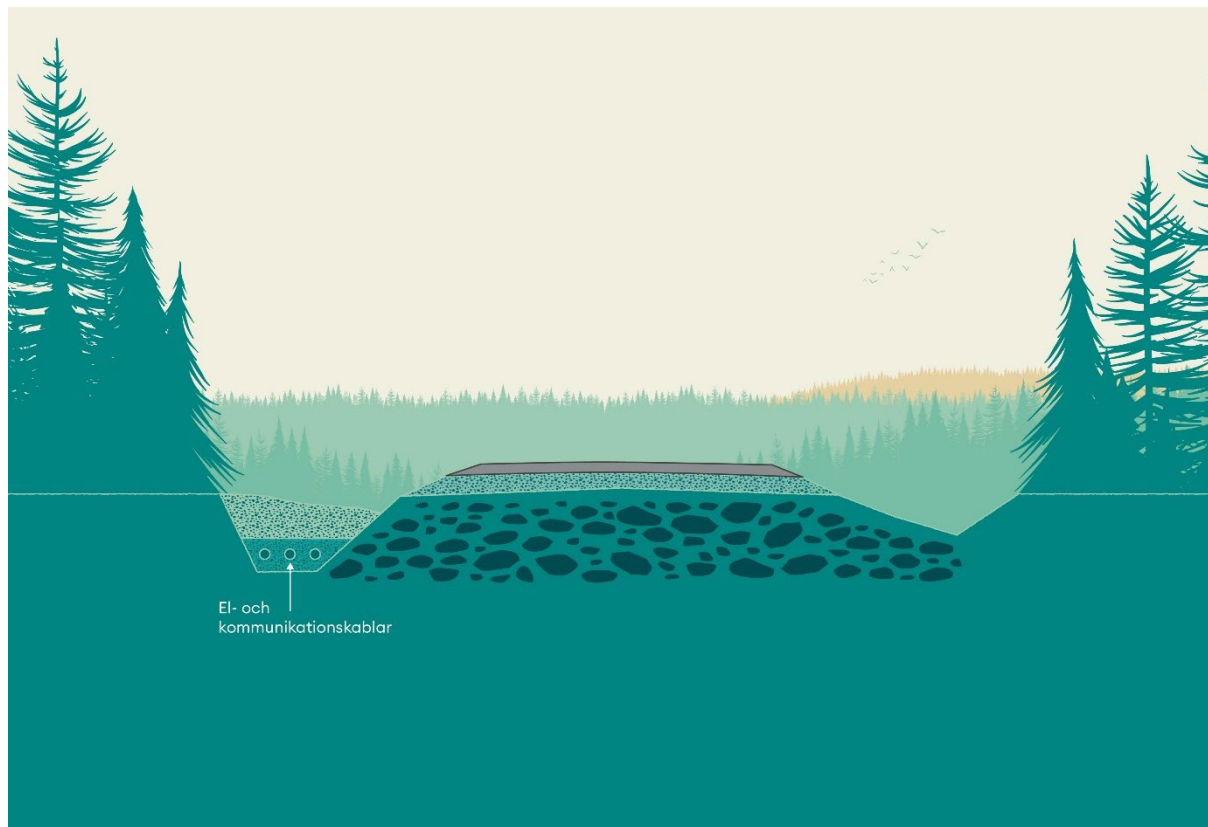
2.8 Kabelförläggning av el- och optiskt kommunikationsnät

Från transformatorstationen vid anslutningspunkten läggs en markförlagd kraftkabel fram till respektive vindkraftverk i ett så kallat internnät. Vid förgreningar av internnätet kommer kopplingsstationer att byggas. Exempel på utformning av internnätet visas i *Figur 1*.

Det interna elnätet och det optiska kommunikationsnätet inom anläggningen är planerade att förläggas under markytan och i största möjliga mån följa det interna vägnätet. Genom att följa

vägdragningarna minskar behovet av ianspråktagande av mark. Liksom för anläggning av vägdragningarna kan kabelläggningen medföra behov av sprängning. Kablarna förläggs i enlighet med gällande föreskrifter om markförläggning av kabel avseende djup, isolering etc.

I vissa fall kan kablar och kommunikationsnät förläggas på andra sträckor, för att minska åtgång av kabel och energiförluster i nätet. Då förläggs kablar i specifika kabelvägar, se *Figur 15*.



Figur 15. Principskiss kabelväg

I undantagsfall (för att till exempel undvika partier som annars kräver mycket sprängning) kan även luftledning och hängkabel (markkabel som hängs upp i stolpar) eller markförlagd kraftkabel i skyddsror utredas som alternativ för begränsade sträckor inom anläggningen.

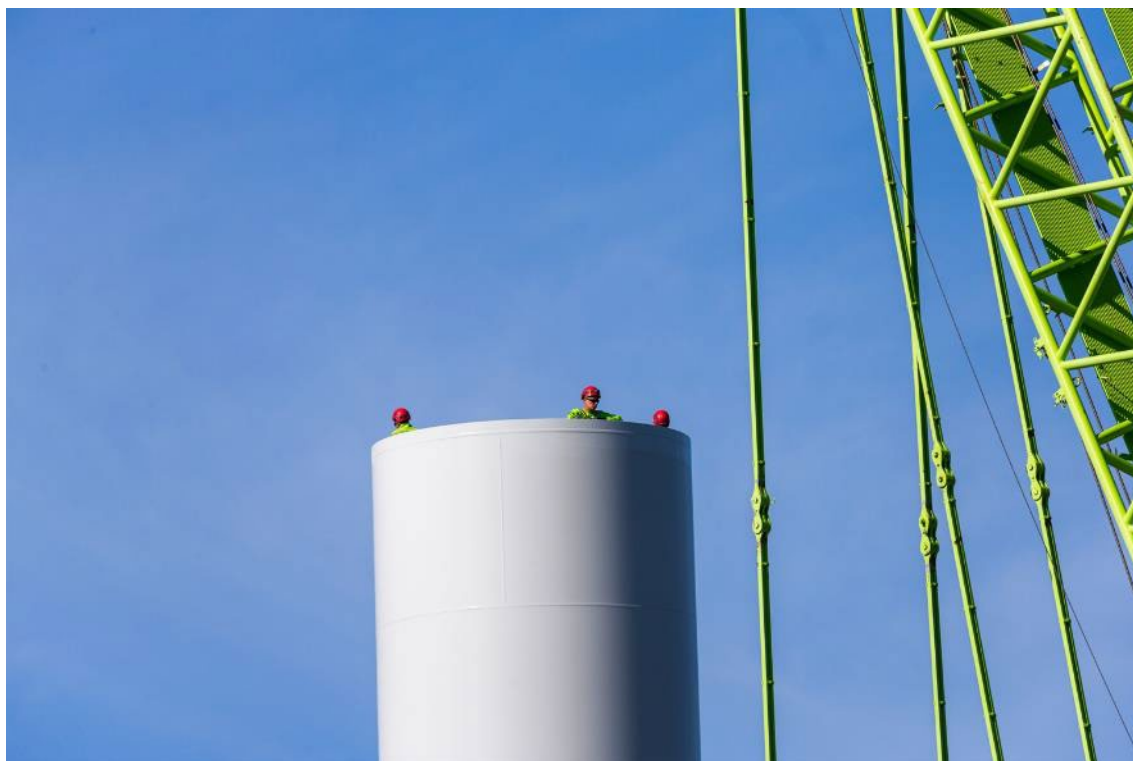
2.9 Användning av kemikalier

Vindkraftverken innehåller i regel hydrauloljor, växellådsoljor, kyloljor för transformatorer, lagerfett och frostskyddsvätskor. Den omgivande luften till maskinhuset används för kylning av komponenter som t.ex. växellåda, generator och kraftomriktare. Oftast används vatten i ett luft/vatten-system och detta kylvatten innehåller glykol för att förhindra frysning. Därutöver kommer kemikalier att användas i drifts- och underhållsarbetet, till exempel avfettningsmedel, lim och färg etc.

Elektrisk utrustning i ställverk kan innehålla SF6-gas.

Drivmedel i form av bensin och diesel samt motorolja och hydraulolja kommer att användas till arbetsfordon och maskiner under byggnationsfas samt för underhållsdrift.

När sprängning behöver genomföras kommer kemikalier i form av sprängmedel att användas inom området. Sprängmedel består av olika kemiska komponenter som förvaras separerade från varandra.



Montering av vindkraftverk vid Raskiftet, Norge

3. Drift av anläggningen

3.1 Under drift

Tekniken, i form av driftkriterier och styrsystem, innebär att anläggningens drift huvudsakligen kommer att skötas på distans. Även enklare driftstopp åtgärdas på distans, medan större driftstopp kräver fysiska besök. En regelbunden, årlig, service av vindkraftverken genomförs också.

3.2 Isbildning och iskast

Vid etablering av vindkraft i ett område med kallt klimat finns risk för nedisning av rotorbladen och vindkraftverkets fasta delar som t.ex. maskinhuset. Från vindkraftverkets fasta delar och stillastående blad kan is falla ned till marken. Nedisade blad utgör risk att is kan kastas från bladen, vilket blir en risk för människor som befinner sig i närheten av vindkraftverket. Det finns flera studier kring rimliga riskavstånd för iskast, bland annat sammanställda genom IEA Wind Energy task 19.⁶

⁶ Rapport: International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IEA Task 19 Oktober 2018

Nedisning av blad orsakar en sämre verkningsgrad för vindkraftverket och därmed en minskad elproduktion. Inför upphandling görs en bedömning av om det finns behov av att ha vindkraftverk med avisningssystem i vindparken.

Oavsett om bladen förses med avisningssystem eller ej kommer skyltar med information om risk för iskast sättas upp i vindparkens närområde. Utformning av dessa görs i samråd med tillsynsmyndigheten.

Information om risk för iskast framgår i MKB:s avsnitt 6.1.1 *Säkerhet*.

3.3 Hindermarkering

Vindkraftverken kommer att utrustas med hindermarkering enligt gällande föreskrifter vid verkens uppförande⁷

Hinderbelysningen utgörs av hinderljus placerade på vindkraftverkens maskinhus. Enligt nu gällande föreskrifter ska vindkraftverk med totalhöjd över 150 meter förses med vitt, blinkande, högintensivt ljus. För vindparker behöver emellertid endast vindkraftverken i parkens yttre gräns ha vitt, blinkande, högintensivt ljus. Resterande vindkraftverk kan ha lågintensivt fast rött ljus.

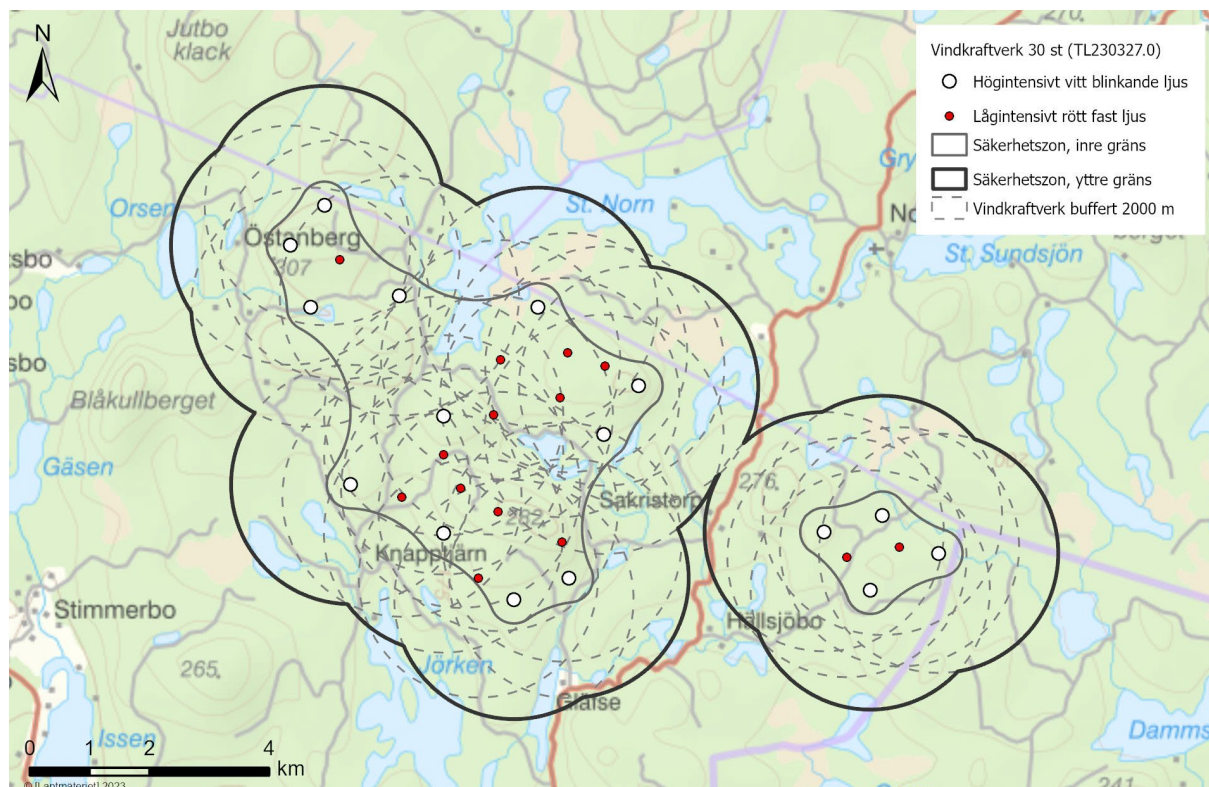
För att avgöra vilka verk som behöver utrustas med högintensivt vitt blinkande ljus utgår man för närvarande ifrån följande kriterier; säkerhetszonens yttre gräns ska ligga 2000 meter utanför de vindkraftverk som försetts med högintensivt vitt blinkande ljus, alla verk måste vara innanför den inre gränsen av säkerhetszonen, säkerhetszonens bredd ska vara minst 1600 meter.

Med den nuvarande utformningen av vindparken kommer 17 verk att ha högintensivt ljus och resterande 13 lågintensivt ljus, se *Figur 16*.

Om navhöjden är högre än 150 meter, vilket är planerat för denna vindpark, kommer det enligt gällande riktlinjer även att finnas lågintensivt fast rött ljus på tornet halvvägs mellan mark och maskinhus.

Hinderbelysningens ljusintensiteten reduceras så mycket som gällande föreskrifter medger. Hinderbelysningen kan även komma att synkroniseras.

⁷ Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra fara för luftfarten TSFS 2020:88



Figur 16 Exempel på fördelning av högintensiv och lågintensiv hinderbelysning.

4. Avveckling och ekonomisk säkerhet

4.1 Avveckling och återställning

Den tekniska livslängden för moderna vindkraftverk är cirka 30-35 år och bedöms vara cirka 40–45 år vid tiden för eventuell byggnation av Trollugnsberget. När vindkraftverken har tjänat ut är det verksamhetsutövaren som ansvarar för demontering och avveckling. Nedmontering och återställande av platsen kräver ett arbete i likhet med det som sker vid byggnation vad gäller transportrörelser.

Vindkraftsanläggningens vägnät lämnas vanligtvis kvar för att kunna nyttjas som transportvägar för skogsbruket. På övriga ytor kan vegetation återplanteras.

Vindkraftverkens delar återanvänds eller återvinns i möjligaste mån, både med avseende på miljömässiga och ekonomiska aspekter. Kompositmaterial i rotorblad kan i dagsläget inte återvinnas, men forskning och försök pågår i nuläget och utvecklingen går snabbt framåt.⁸ Vid skrotning av vindkraftverken tas kemikalierna omhand i enlighet med gällande lagstiftning. Elkablar som i framtiden inte kommer att användas klipps vanligen av och lämnas kvar i marken. Den översta delen av fundamenten tas oftast bort och resterande del av fundamenten täcks sedan med ett jordlager och marken återplanteras.

Om vindkraftverken i sin helhet på grund av materialutmattning eller större fel inte kan användas på en andrahandsmarknad så är långt ifrån alla delar utslitna eller obrukbara. Ett vindkraftverk innehåller

⁸ Om turbintillverkaren Vestas pågående arbete kring återvinning av blad <https://www.vestas.com/en/sustainability/environment/zero-waste#circularityroadmap>.

delar som kommer att kunna säljas för användning i andra vindkraftverk eller andra elektriska installationer. Vissa delar kan efter renovering säljas som reservdelar för andra vindkraftverk som har driftår kvar.

Skrotvärde för metaller i vindkraftverken bedöms, utifrån dagens metallpriser, uppgå till ca 1,5 miljoner kr per vindkraftverk. Man bör i beräkningar ta hänsyn till skrotvärde för de metaller som ingår i ett vindkraftverk. Det handlar bland annat om stora mängder högkvalitativt stål, koppar och till viss del aluminium vars värde borde tillgodoräknas, eftersom det i alla tider betingat ett ekonomiskt värde. Även om det inte finns några skäl att tro att detta kommer att förändras, så är skrotvärdet, i enlighet med gällande riktlinjer, inte en del av beräkningen för ekonomisk säkerhet.

4.2 Beräkning av Ekonomisk säkerhet

Ekonomisk säkerhet

I miljötillståndet ska en ekonomisk säkerhet fastställas för att garantera att medel finns för avveckling av vindkraftsanläggningen samt återställning av delar av ianspråktagen mark.

OX2:s beräkning av det föreslagna säkerhetsbeloppet har genomförts utifrån Naturvårdsverkets och Energimyndighetens rapport "Vägledning om nedmontering av vindkraftverk". Av denna framgår att storleken på den ekonomiska säkerheten bör bedömas i det enskilda fallet baserat på bland annat vindkraftverkens höjd och rotordiameter, det geografiska läget och hur stor del av fundamentet som avses tas bort. Enligt rapporten bör inte återvinningsvärdet ingå vid framtagande av den ekonomiska säkerheten på grund av varierande metallpriser, även om det kan inkluderas i bolagets budget för avvecklingen.

Kunskapsunderlag

Någon riktigt sann bild av hur en faktisk avveckling av moderna stora vindkraftverk kommer att te sig finns inte. Den tekniska livslängden för ett modernt vindkraftverk är cirka 35 år och avvecklingen för Trollugnsberget bedöms vara cirka 40–50 år bort i tiden.

Det finns ett fåtal rapporter om demontering och återställande med olika slutsatser och resultat, dock står det klart att kostnaderna blir högre i takt med att vindkraftverken blir större.

Kostnader för återställning skiljer sig när det gäller jordbruksmark kontra återställande av skogsmark. I skogsbruksmiljö vill sannolikt markägaren ha kvar de nyanlagda vägarna för sin verksamhet och ytor som skall återställas planteras med ny skog utan alltför kostsamma åtgärder. Återställandet sker i dialog och efter godkänd plan med tillsynsmyndighet och markägare.

Bedömningsgrunder och antaganden för beräkningen

Kostnaden för återställandet per vindkraftverk skiljer sig beroende på hur många vindkraftverk som ingår i den anläggning som skall demonteras. Fler vindkraftverk ger lägre belopp eftersom kostnader för etablering och avetablering blir fördelat på fler enheter, vilket också ger kostnadsbesparande synergier gällande transporter, personal och olika arbetsmoment.

I beräkningen har följande förutsättningar använts:

- Exempellayouten med 30 vindkraftverk med totalhöjd om 295 meter och ca 200 meters rotordiameter
- 50 cm av fundamentets överdel tas bort och ytan återställs, medan den nedre delen av fundamentet lämnas kvar
- Elkablar som i framtiden inte kommer att användas klipps av och lämnas kvar i marken.
- Mobila självklättrande kranar används för nedmontering
- Vägar lämnas kvar och kan användas för skogsbruket eller framtida vindkraftparker.
- Uppställningsytor intill verken markbereds och återvegeteras.

Bedömningen av framtida avvecklingskostnader beror på en rad osäkra parametrar som inte är möjliga att fastställa i dagsläget. Eftersom det råder osäkerhet om bland annat vilken teknik som kommer att finnas tillgänglig vid avvecklingen eller vilka lönekostnader som kommer att vara aktuella, så har ett antal antaganden gjorts:

Vi har baserat vårt antagande på att nedmonteringen kommer att ske med en självklättrande kran eller likvärdig teknik. Dessa typer av kranar används redan idag för servicearbeten med byten av växellådor och blad. Det har kontinuerligt blivit fler och fler modeller av dessa kranar för montering av nya verk. Fördelen med dessa kranar är att de inte begränsas av höjden på verken. I beräkningen har vi antagit samma kostnad för nedmontering som för uppmontering med en självklättrande kran.

Beräkningen utgår från att vindkraftverken kommer bestå av ståltorn, som idag är det vanligaste för vindkraftverk. Delarna monteras ned och transporteras för återvinning.

Bladen, som är tillverkade av kompositmaterial kan i dagsläget inte återvinnas, men forskning pågår i nuläget och utvecklingen går snabbt framåt. För beräkningen har det därför antagits att bladen kommer att skickas till deponering. Deponiskatten antas vid nedmonteringstidpunkten att öka och vi har därför räknat med 50 procent högre än dagens taxor. Närmaste deponi ligger utanför Borlänge ca 6 mil från vindkraftparken.

Övriga kemikalier tas omhand i enlighet med gällande lagstiftning.

Alla kostnader gäller per verk.

Kostnad nedmontering: 340 000 kr

Kostnad delning och borttransport av metallskrot: 55 000 kr

Kostnad delning och borttransport av betong och rotorblad: 250 000 kr

Kostnad markarbeten: 55 000 kr

Total kostnad: 700 000 kr

I sammanställningen har inte intäkter för reservdelar, elektronikskrot eller metaller tagits med.

