

BILAGA 2  
TEKNISK BESKRIVNING  
ASPELAND  
VINDKRAFTSANLÄGGNING

DATUM: 2022-09-29

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. Tekniska data.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Allmän information .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Vindkraftverket.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Vindkraftverkets konstruktion .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Huvudkomponenter.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3 Markanspråk.....</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Hindermarkering.....</b>	<b>7</b>
<b>4. Fundament.....</b>	<b>9</b>
<b>5. Vägar, kranplatser .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 Vägar.....</b>	<b>13</b>
<b>5.2 Kranplatser .....</b>	<b>14</b>
<b>5.3 Lagringsplats.....</b>	<b>14</b>
<b>5.4 Beräkning markanspråk.....</b>	<b>15</b>
<b>5.5 Beräkning massbehov .....</b>	<b>15</b>
<b>6. Montering och idrifttagning.....</b>	<b>16</b>
<b>7. Elanslutning.....</b>	<b>17</b>
<b>7.1 Allmänt.....</b>	<b>17</b>
<b>7.2 Utformning .....</b>	<b>17</b>
<b>8. Demontering och återställande.....</b>	<b>18</b>

# 1. TEKNISKA DATA

Nedan anges data för tänkt etablering i ett intervall. Slutliga data bestäms vid upphandling av vindkraftverken med tillhörande komponenter. Totalhöjden kommer dock att innehållas oavsett val av fabrikat och typ men uppförd effekt, navhöjd, och rotordiameter kan variera även utanför de uppskattningar som återfinns i nedanstående tabell.

Effekt	Ca 7-9 MW
Navhöjd (1 nedan)	Ca 180-195 m
Rotordiameter (2 nedan)	Ca 170-200
Totalhöjd	Max 270 m över marknivå

Antal verk	12 st
Årlig elproduktion	Ca 300 GWh
Etableringsmiljö	Kalhygge och skog, skogsbruk

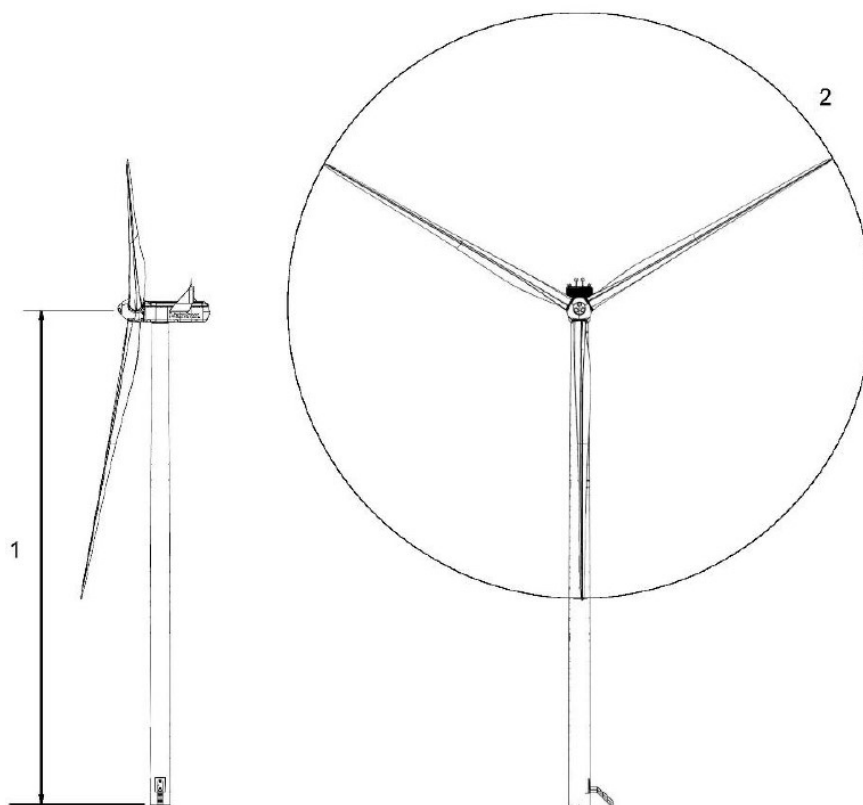


Bild: Vestas

## 2. ALLMÄN INFORMATION

Att installera vindkraft i områden som används för skogsbruk kan anses fördelaktigt av flera skäl. Dels är redan området påverkat av mänsklig aktivitet, dels finns ofta infrastruktur såsom vägar för skogsbruk tillgänglig, och kan användas som en del av den väginfrastruktur som behövs för byggnation och underhåll. Befintliga vägar minskar behovet av anläggande av nya vägar och ger därmed reducerat ingrepp i naturmiljön.

Fördelen med etableringar i skogsterräng är att området ofta är glest befolkat och att skogen avskärmar både skuggor och synintryck. Vindkraftverken stör m.a.o. mindre i skogsterräng jämfört med placering i ett öppet landskap och vindförhållandena har också visat sig kunna vara gynnsamma.

## 3. VINDKRAFTVERKET

### 3.1 Vindkraftverkets konstruktion

I ett vindkraftverk ger vinden kraft till rotorbladen, som är kopplad till en generator som alstrar elektricitet. Normalt är vindkraftverken i drift vid vindstyrkor mellan 3 och 25 meter per sekund. Maximal effekt uppnås först då vindstyrkan har ökat till mellan 12 och 14 m/s.

Den tekniska vindkraftutvecklingen har lett fram till allt större, tystare och effektivare verk med allt lägre tillverknings- och driftskostnader. Ett stort vindkraftverk, med större rotor, utvinmer mer energi då en större rotor fångar mer vindenergi. En högre totalhöjd innebär också högre energiutvinning, då högre vindhastigheter råder på högre höjder.

Driften av vindkraftverket sker automatiskt av ett styrsystem och övervakas från centraliserade kontrollcenter. När det blåser för mycket, typiskt vid vindhastigheter över 25 m/s, vrids rotorbladen så att vinden ”släpps förbi” och vindkraftverket inte överbelastas. Om något fel har upptäckts, när det blåser mer än 25 m/s eller när vinden är för svag stängs vindkraftverket ofta av helt. Blåser det under 3–4 m/s räcker vinden inte till för att driva kraftverket. Vindkraftverk har variabelt rotorvarvtal och vridbara rotorblad så att effekten kan optimeras efter förhållandena. Rotorns varvtal är beroende bland annat av vindhastigheten, vindkraftverkets rotordiameter och generatorns effekt. Sammantaget innebär detta att energiutvinningen kan optimeras och vid behov även anpassas efter vad elnätet kan ta emot.

Ett vindkraftverk består av fundament, torn, nav med rotorblad och maskinhus (nacell). Tornet är som regel konformat och tillverkat i stål eller betong i vita eller grå nyanser. I tornet finns stege och hiss som används vid service.

## 3.2 Huvudkomponenter

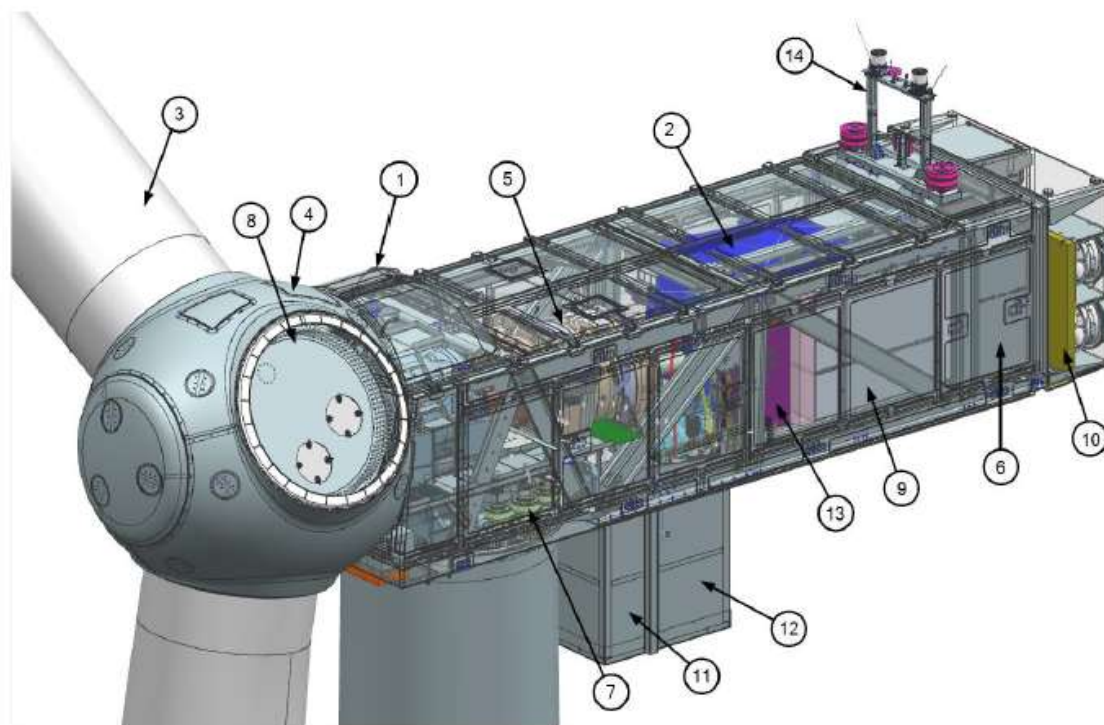


Bild: SiemensGamesa

- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. Kapsling                       | 8. Bladlager               |
| 2. Generator                      | 9. Omriktare               |
| 3. Rotorblad                      | 10. Kylare                 |
| 4. Nav                            | 11. Transformator          |
| 5. Växellåda                      | 12. Transformator-kapsling |
| 6. Styrsystemskåp                 | 13. Styrsystemskåp         |
| 7. Drivmotorer för nacellvridning | 14. Hinderljus             |

## 3.3 Markanspråk

En vindkraftsanläggnings markanspråk består av dels hårdgjorda ytor såsom till exempel vägar, kranplatser och plats för fundament, dels av områden där eventuell skog behöver avverkas för att möjliggöra till exempel transport och montage.

En väg för transport av komponenter måste ha en körbar bredd på min 5,5 m, medan en kranplats yta utgör ca 50 x 100 m, dvs ca 5000 m<sup>2</sup>. Ett gravitationsfundament kan vara ungefär 25 - 30 meter i diameter. En annan typ av fundament som används på platser där

bergsförhållanden så medger, är bergsförankrade fundament. Ett sådant fundament kan vara ca 10 m i diameter, och kräver betydligt mindre armering och betong jämfört med ett gravitationsfundament.

Verken placeras normalt sett på ett avstånd mellan varandra på 3-5 rotordiametrar, för att minimera påverkan på varandra genom så kallade vakeffekter.

Utöver ovanstående krävs normalt en lagringsplats inom projektområdet om ca 15 000 m<sup>2</sup>. Den placeras normalt sett på en plats som är lämplig ur ett logistiskt perspektiv.

Slutligen anläggs också en transformatorstation inom området, dit markförlagda kablar från vindkraftverken leds. Den markyta som behöver tas i anspråk för transformatorstation är ca 100 x 100 m, dvs 10 000 m<sup>2</sup>. Från transformatorstationen leds en luftledning mot en anslutningspunkt i regionnätet. Bredden på ledningsgatan, i det fall skog existerar, är ca 40 m. Alla angivna uppgifter om storlek på områden och detalj är uppskattningar utifrån dagens kunskap men kan ändras i viss mån, tex utifrån framtida val av utrustning och teknik.

### **3.4 Hindermarkering**

Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra fara för luftfarten (TSFS 2020:88) gör gällande att vindkraftverk som inklusive rotorn i sitt högsta läge har en höjd över 150 meter över markytan ska markeras med vit färg och vara försett med lågintensivt rött fast ljus på nacellen samt att tornet markeras med minst tre lågintensiva ljus på halva höjden upp till nacellen. Vidare skall utvalda vindkraftverk i vindkraftsparkens yttre delar vara försedda med högintensivt vitt blinkande ljus på nacellen, i enlighet anvisningar i ovan nämnda föreskrift.

Hinderljuset som installeras på nacellen ska placeras på ett sådant sätt att det blir synligt i alla riktningar för annalkande luftfartyg.

Planerad vindkraftsetablering kommer att uppfylla de föreskrifter som gäller vid uppförande av anläggningen.

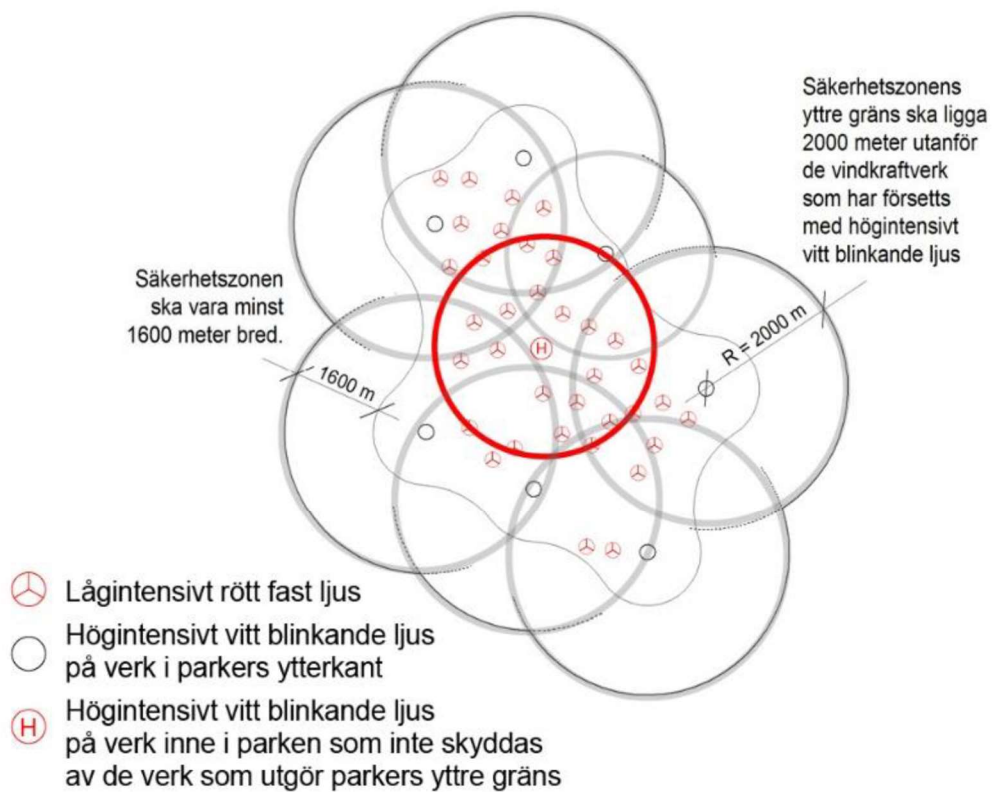


Bild. Exempel på hinderljusmarkering ur Transportstyrelsen TSFS 2020:88.



## 4. FUNDAMENT

Varje vindkraftverk placeras på ett fundament som har till syfte att förankra vindkraftverkets torn i marken. Fundament till ett vindkraftverk kan normalt vara av två huvudsakliga typer; gravitationsfundament och bergsförankrat fundament. Anläggning av gravitationsfundament innebär att eventuellt berg i begränsad omfattning, jord- och grus samt stenar bortforslas och ersätts med material för att säkerställa tillräcklig bärlighet för fundamentet och vindkraftverket. Anläggningsarbeten för varje fundament föregås av en geoteknisk undersökning innefattande bl.a. markprov (borring) och analys av oberoende expert. Vid grundförhållanden med sämre bärlighet kompletteras gravitationsfundamentet med pålning.

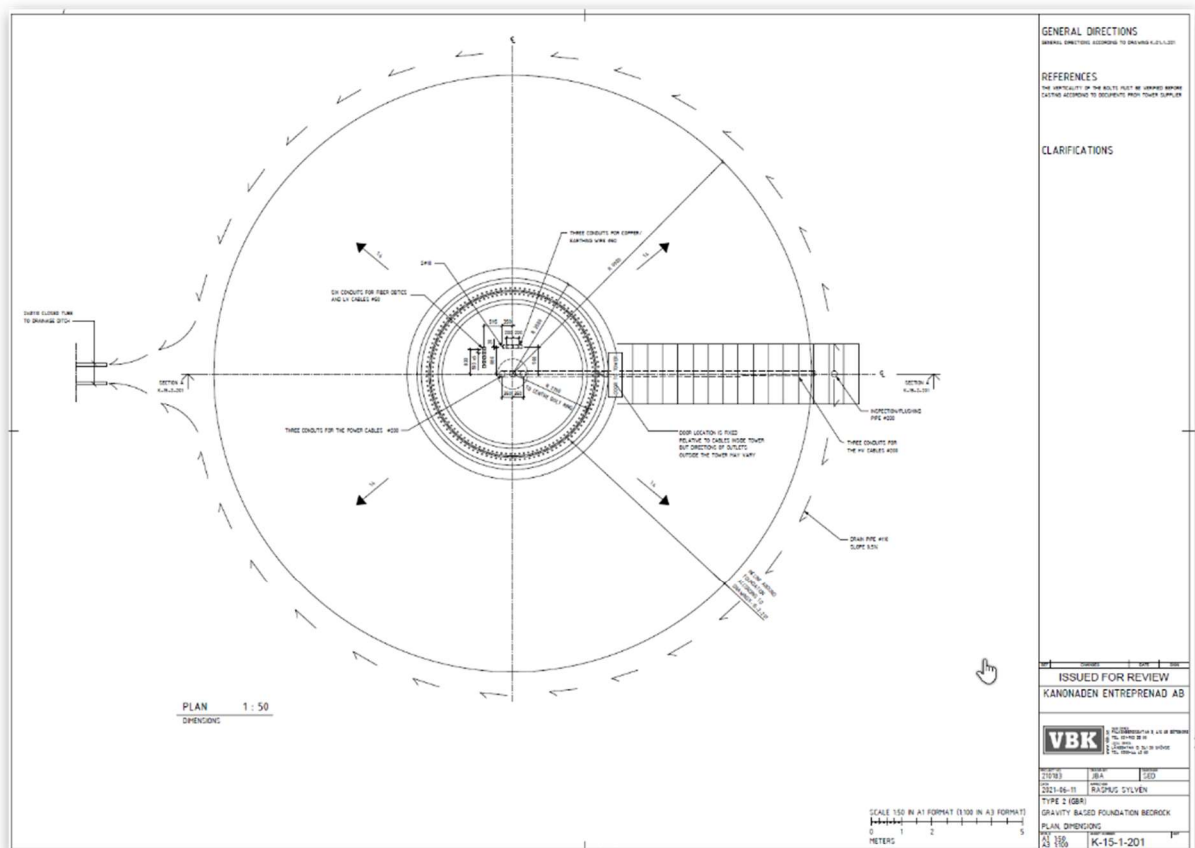


Bild: Principskiss, gravitationsfundament (Källa: Kanonaden Entreprenad AB / VBK Konsulterande Ingenjörer AB)

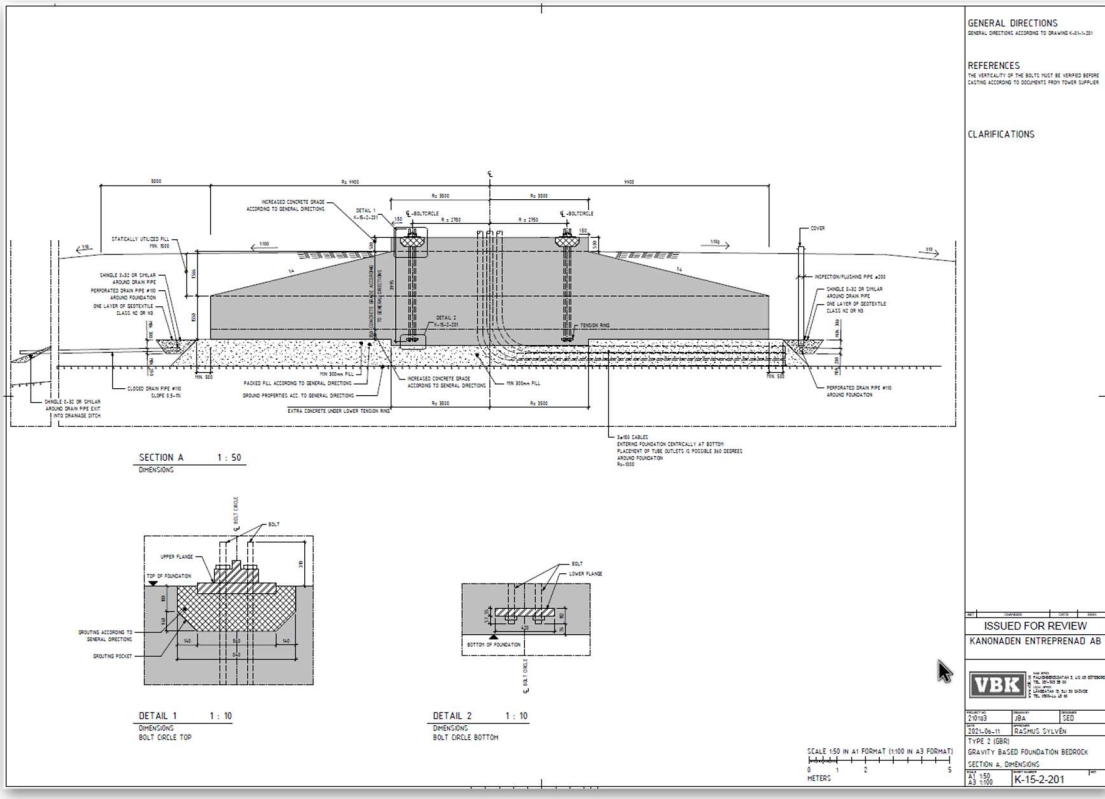


Bild: Principskiss, gravitationsfundament (Källa: Kanonaden Entreprenad AB / VBK Konsulterande Ingenjörer AB)



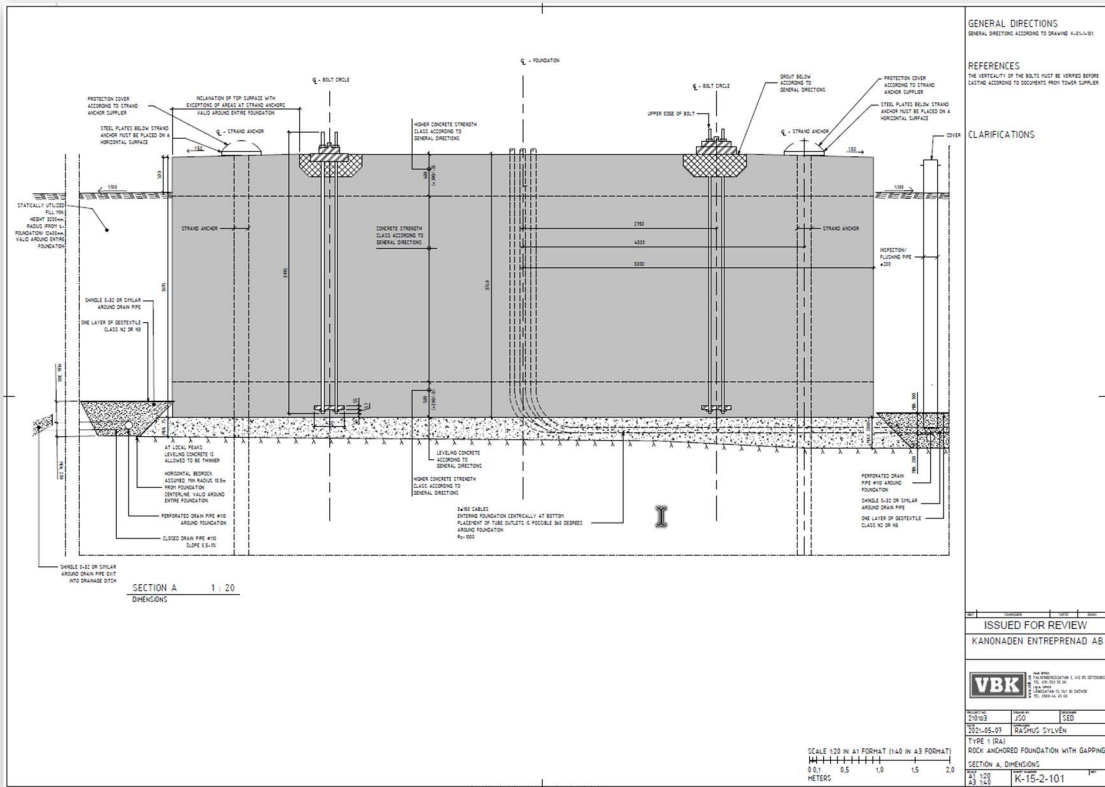


Bild: Principskiss, bergsförankrat fundament (Källa: Kanonaden Entreprenad AB / VBK Konsulterande Ingenjörer AB)

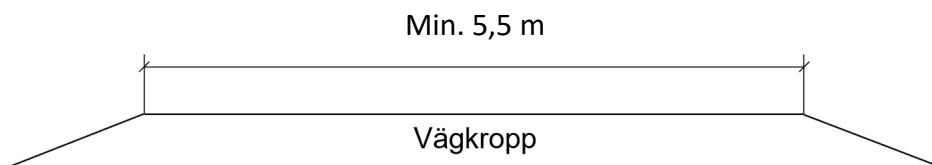
## 5. VÄGAR, KRANPLATSER

### 5.1 Vägar

Vindkraftsetableringar i skogsmiljö sker ofta i produktionskog där det redan finns befintliga skogsbilvägar anpassade för tunga timmertransporter. Dessa vägar utnyttjas i största möjliga utsträckning och breddas och kompletteras där det är nödvändigt.

En befintlig skogsbilväg, som normalt håller 3 till 3,5 meters körbar vägbredd, breddas till minimum 5,5 meter körbar vägbredd. Med vägslänt blir vägkroppens totala bredd något större, se figur nedan. Nya vägar byggs i samma dimensioner.

Vägens uppbyggnad sker normalt med skikten förstärkningslager, bärlager samt slitlager. Skiktens utformning (fraktion, tjocklek mm) styrs av de krav som ställs på vägen, framför allt avseende bärighet. I vissa fall krävs även till exempel markduk för att skilja befintligt material från förstärkningslager. Även viss bortschaktning av existerande material kan krävas, tillika viss sprängning. Dessa massor återanvänds i möjligaste mån inom vindparken för att minimera transporter.



Vägutformningen kan vid svängar behöva breddas för att möjliggöra transporter av långa komponenter såsom vindkraftverkens rotorblad. Vid vissa utvalda platser kan även mötesplatser behöva anläggas. Vidare kan horisontella radier behöva minskas, varvid vägkroppens totala bredda kan behöva ökas.

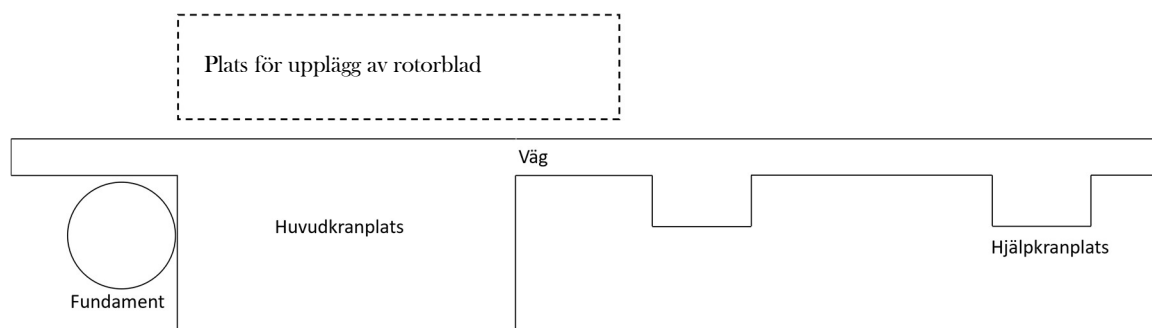
För att möjliggöra transporter avverkas även i förekommande fall skog på båda sidor om vägen.

För anslutning mellan väg 720 och befintliga vägar inom projektområdet, kommer en anslutningsväg (cirka 1000 meter) att anläggas. Anslutningsvägen förläggs i huvudsak längs med befintlig skogsväg. Vägens startpunkt blir i närheten av Furudal söder om Rosenfors, och kommer att passera Stenbäckshult fram till projektområdet.

## 5.2 Kranplatser

För montage av vindkraftverk erfordras hårdgjorda ytor för huvudkran samt hjälpkranar. Dessa ytor är uppbyggda av samma typ av vägbyggnadsmaterial (förstärkningslager och bärlager) som för nybyggnad av vägar samt anpassade till bärighetskrav till olika krantyper. Normalstorlek för huvudkranplan är idag ca 3500 - 5000 m<sup>2</sup> hårdgjord yta och anpassas efter behovet för att intrånget skall bli så litet som möjligt.

Vid sidan av kranplatsen kan även rotorblad behöva läggas upp innan montage. Mindre ytor för transportbockar kan behöva anläggas inom detta område.



## 5.3 Lagringsplats

För byggnation av vindkraftsparken krävs etableringsytor. Etableringsytorna används i huvudsak för

- Byggkontor med personalutrymmen och för parkering
- Mottagning, förmontage och mellanlagring av komponenter för vindkraftverken
- Uppställning av utrustning och maskiner för byggnation av vindkraftsparken

Den totala ytan uppskattas till ca 15 000 m<sup>2</sup>. hårdgjord yta, med uppbyggnad liknande den för vägar.

## 5.4 Beräkning markanspråk

Följande beräkning är approximativ och beroende av val av turbin och bygg- och transportmetoder som utvecklats vid konstruktionstillfället.

	Yta	Hårdgjord yta (m <sup>2</sup> )	Ny Röjd yta (m <sup>2</sup> )	Total yta (m <sup>2</sup> )
1	Kranplatser huvudkran	60 000	172 800	172 800
2	Kranplatser hjälpkran	4 800	14 400	14 400
3	Nya vägar	50 400	79 200	79 200
4	Breddning bef. vägar	15 400	17 600	17 600
5	Lagringsplats	15 000	30 000	30 000
6	Fundamentplats	19 200	Inkl i 1.	0
	<b>Totalt</b>	<b>164 800</b>	<b>314 000</b>	<b>314 000</b>

## 5.5 Beräkning massbehov

Följande beräkning är approximativ och beroende av val av turbin och bygg- och transportmetoder som utvecklats vid konstruktionstillfället.

	Typ	Area (m <sup>2</sup> ), Volym (m <sup>3</sup> )	Tjocklek (m)	Total volym (m <sup>3</sup> )
1	Kranplatser huvudkran	60 000 m <sup>2</sup>	0,5	30 000
2	Kranplatser hjälpkran	4 800 m <sup>2</sup>	0,5	2 400
3	Nya vägar	50 400 m <sup>2</sup>	0,5	25 200
4	Breddning bef. vägar	15 400 m <sup>2</sup>	0,5	7 700
5	Lagringsplats	15 000 m <sup>2</sup>	0,4	6 000
6	Fundamentplats	19 200 m <sup>2</sup>	0,5	9 600
7	Fundament*	1000 m <sup>3</sup>	-	12 000
	<b>Totalt</b>	<b>164 800 m<sup>2</sup></b>		<b>92 900</b>

\* Volym avser gravitationsfundament, vid användande av bergsförankrade fundament blir volymen väsentligt lägre.

## 6. MONTERING OCH IDRIFTTAGNING

Montage av vindkraftverken sker normalt på följande sätt:

1. Efter avslutat fundamentsarbete, där bultkranen till respektive verk gjuts in, justeras uppställningsplatsen för den kran som skall lyfta vindkraftverket till så att bärighet, lutning etc. uppfylls för aktuellt lyft.
2. Tillfartsvägar besiktigas med avseende på bredd, lutning mm och justeras om nödvändigt.
3. Transporten av tornet sker i flera delar, följt av nacellen (maskinhuset) samt navet där infästning av rotorbladen sker. Rotorbladen transporteras normalt först av allt och lagras då vid sidan av kranuppställningsplatsen.
4. Lyftkranen ställs upp på plats och monteras med motvikter, bom etc.
5. Montaget startar med torndelarna som sektionvis bultas invändigt i varandra.
6. Nacellen monteras följt av navet och rotorbladen. Rotorbladen lyfts endera upp var för sig eller i ett stycke monterade på navet.

Montagetiden, inklusive resning och demontering av kranen, tar normalt ca 4 till 5 dagar i anspråk per vindkraftverk.



## 7. ELANSLUTNING

### 7.1 Allmänt

Det svenska elnätet är uppdelat i tre nivåer; ett nationellt stamnät samt regionala och lokala nät. Det nationella stamnätet kan sägas utgöra elnätets ryggrad, och det löper genom Sverige från norr till söder. Stamnätet ägs av staten genom affärsverket Svenska Kraftnät, som har till uppgift att förvalta och driva det svenska stamnätet samt de statligt ägda utlandsförbindelserna. Svenska kraftnät är också systemansvarig myndighet enligt ellagen och har det övergripande ansvaret för att balans mellan produktion och förbrukning av el upprätthålls inom hela landet.

Stamnätet har spänningsnivåer mellan 220 och 400 kilovolt (kV) och täcker i princip hela Sverige. Till stamnätet hör även transformator- och kopplingsstationer som behövs för att knyta ihop nätet. Regionnäten är en länk mellan stamnätet med sina höga spänningsnivåer och de lägre spänningsnivåer som tillämpas på lokalnäten. De regionala näten kopplar samman stamnätet med lokalnäten och vissa större mottagare av el. De ägs av ett fåtal företag, däribland Ellevio, Vattenfall och E.ON. Spänningsnivån i regionnäten varierar mellan 40 och 130 kV.

### 7.2 Utformning

Elnätet för vindkraftsparken består i huvudsak av tre delar, internt nät, transformatorstation samt en anslutningsledning till regionnätet.

Det interna nätet binder samman de enskilda vindkraftverken via markförlagda kablar och kopplingskiosker till transformatorstationen. De markförlagda kablarna förläggs företrädesvis i kanten av nya och befintliga vägar, men kan ibland behöva dras genom terräng. Spänningsnivån i det interna nätet är oftast 36 kV.

Transformatorstationen består i huvudsak av mellanspänningsställverk, transformatorer samt högspänningsställverk där anslutningsledning till regionnätet ansluts. Stationen byggs inom ett avgränsat och inhägnat område. Mellanspänningsställverket samt till transformatorstationen hörande kontrollutrustning inhyses normalt sett i en byggnad. Från denna byggnad ansluts ställverken till transformatorerna, som står i placerade i för ändamålet anpassade utrymmen inom stationsområdet.

Transformatorerna ansluts i sin tur till ett högspänningsställverk, där anslutningsledningen kopplas in. Anslutningsledningen är normalt sett en luftledning med 132 kV spänningsnivå.

## 8. DEMONTERING OCH ÅTERSTÄLLANDE

Vindkraftverkets tekniska livslängd bedöms vara ca 30-35 år även om vissa delar (fundament, torn, ställverk och transformatorer) håller betydligt längre. Livslängden kan sannolikt förlängas genom utbyte av rörliga delar och förslitningsdelar.

Efter det att verkets tekniska/ekonomisk livslängd är till ända demonteras det i omvänd ordning enligt procedur beskriven i kapitel 6 i denna bilaga.

Materialåtervinning sker i största möjliga utsträckning. Ren destruktion undviks men kan bli aktuellt för vissa medier som smörjoljor, fetter m.m.

Fundamenten bilas generellt ned till 50 centimeter under marknivå och täcks sedan med jord för återetablering av vegetation. Enligt Naturvårdsverkets bedömning innebär betongfundament, som innehåller miljögodkänd betong, ringa föroreningsrisk och anger att det i skogsmark bör finnas kvar 50 centimeter jordmaterial ovan fundamentet i de fall det ska lämnas kvar (Naturvårdsverket, 2022c).