

# Teknisk beskrivning vindpark Liasjön

BILAGA 1

Osby kommun, Skåne län



**Uppdrag:** Vindpark Liasjön  
**Uppdragsnummer:** 30052562  
**Kund:** Eurowind Energy AB  
**Datum:** 2024-04-19  
**Upprättad av:** Mats Gidmark  
**Dokumentreferens:** \\sweco.se\se\klr01\projekt\21240\30052562\_vindpark\_liasjön\000\07\_arbetsmaterial\tb\teknisk\_beskrivning\_liasjön.docx

# Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
1. Inledning .....	5
2. Vindkraftverk.....	6
2.1 Vindkraftverk i vindparken .....	6
2.2 Beskrivning av vindkraftverk.....	6
2.3 Dimensioner .....	8
2.4 Källjud.....	9
2.5 Isdetektering och avisningssystem.....	9
2.6 Skuggdetektorer .....	9
2.7 Produktionsreglering för skydd av fladdermöss .....	10
2.8 Hinderbelysning.....	10
3. Utformning av vindparken .....	13
3.1 Föreslagen verksplacering (layout) .....	13
3.2 Fundament .....	14
3.3 Interna vägar inom projektområdet .....	15
3.4 Kran- och montageyta .....	17
3.5 Logistikyor .....	18
3.6 Transportvägar till projektområdet.....	18
3.7 Internt elnät.....	19
3.8 Extern nätanslutning.....	20
3.9 Fiberkommunikationsnät .....	21
4. Byggnation.....	22
4.1 Byggnationsförfarande .....	22
4.2 Materialbehov och masshantering .....	23
4.3 Ytanspråk .....	24
4.4 Transporter .....	24
4.5 Möjliga kringverksamheter .....	25
4.6 Avfall och kemikalier.....	26
5. Drift och underhåll .....	27
6. Avveckling .....	28

## Bilagor:

1A Situationsplan

# Sammanfattning

Denna tekniska beskrivning beskriver de huvudsakliga komponenter och tekniker som används i den planerade verksamheten inom vindpark Liasjön. Syftet med rapporten är att vara en del av Eurowind Energy AB:s tillståndsansökan enligt kapitel 9 i miljöbalken.

Avsnitt:

2. *Vindkraftverk* beskriver hur ett vindkraftverk är konstruerat samt olika tekniska lösningar och funktioner som det besitter. Även ett exempel på verksmodell, ett så kallat referensverk, som använts vid visualisering samt övriga beräkningar mm. beskrivs.

3. *Utformning av vindparken* beskriver hur vindparken utformas med avseende på fundament, intern infrastruktur, kran- och uppläggningsytor, logistikytor, transportvägar till projektområdet, interna vägar, internt elnät, extern nätanslutning och fiberkommunikationsnät.

4. *Byggnation* beskriver byggnationsförfarandet samt de resurser som krävs i form av material, yta, transporter, möjliga kringverksamheter samt avfall och kemikalier.

5. *Drift och underhåll* beskriver vad som sker under driftsfasen.

6. *Avveckling* beskriver vad som sker när verksamheten inte längre är i drift utan skall avvecklas och området återställas.

# 1. Inledning

Denna tekniska beskrivning beskriver de huvudsakliga komponenter och tekniker som används i den planerade verksamheten inom vindpark Liasjön (Vindparken) lokaliserad i Osby kommun, Skåne län. Syftet med rapporten är att vara en del av Eurowind Energy AB:s (Sökanden) tillståndsansökan enligt 9 kap. miljöbalken (Ansökan).

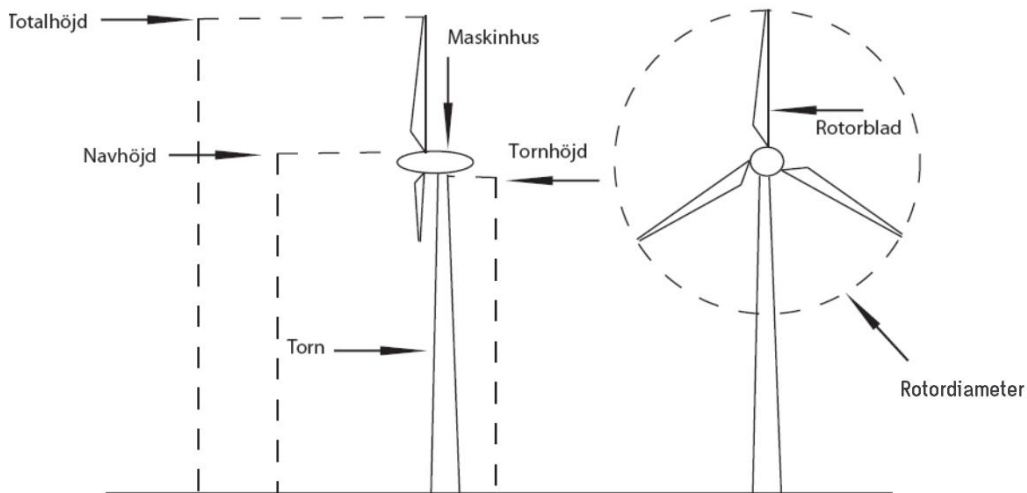
Eurowinds strävan är att alltid använda senaste teknik vilket innebär att de uppgifter och underlag som nämns i denna tekniska beskrivning ska ses som exempel där slutgiltig design bestäms av bästa tillgängliga teknik vid tiden för anläggandet. Ansökningsprocessen tar lång tid varför det är svårt att förutse vilken teknik som är bäst vid tiden för byggnation. Den teknik som väljs, samt den utformning av vindparken som blir, kommer att vara beprövad och anpassad för att ge maximal och stabil produktion av ny viktig grön elproduktion med minsta möjliga miljö- och omgivningspåverkan.

Leverantörer liksom teknikval kommer att väljas och upphandlas efter att:

- laga kraft vunnet tillstånd har erhållits,
- detaljprojektering har genomförts och
- slutgiltig verksplacering godkänts i samråd med tillsynsmyndigheten.

## 2. Vindkraftverk

Detta kapitel beskriver funktion och ingående huvudkomponenter för landbaserade vindkraftverk exklusive fundament. En principskiss för vindkraftverk exklusive fundament visas i Figur 1.



Figur 1. Principskiss för vindkraftverk exklusive fundament. Källa: Vindkraftshandboken (Boverket, 2009).

### 2.1 Vindkraftverk i vindparken

Vid utformningen av denna tekniska beskrivning har ett referensverk använts (se kapitel 2.3). Syftet är att så bra som möjligt beskriva en verksmodell som kan komma att bli aktuell för vindparken. Referensverket har valts eftersom det är senast möjliga teknik vid tiden för ansökan.

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. Miljöprövningen sker därför utifrån vissa ramvärden i form av maximal totalhöjd (270 meter) och maximalt antal vindkraftverk (10 st). Dessa ramvärden ger en indikation på vilka övriga dimensioner som kan bli aktuella, se Tabell 1, och dessa dimensioner har projekteringen utgått från. Ett vindkraftverk av den storlek som planeras bedöms producera ca 22,4 GWh per år.

Den tekniska utvecklingen i branschen har resulterat i allt större, tystare och effektivare vindkraftverk med lägre produktions- och driftskostnader. Ett stort vindkraftverk med större generator och en större rotordiameter utvinmer mer energi än mindre vindkraftverk, se även Bilaga 2L till MKB.

### 2.2 Beskrivning av vindkraftverk

Vindkraftverk har till syfte att omvandla vindenergi till elektricitet. Huvudkomponenterna i ett horisontalaxlat vindkraftverk, som är relevanta för vindpark Liasjön, utgörs av ett rörtorn, ett

maskinhus (så kallad nacell), en drivlina med eller utan växellåda för att överföra kraften till generatoren samt en trebladig rotor, se Figur 1. Utöver detta finns kringutrustning såsom hydraulik, styrutrustning och kraftelektronik.

Tornet är vanligtvis i stål och järn samt mindre delar koppar. Det finns även torn där bottensegmenten är i betong och övriga segment i stål. Utveckling av trätorn, med lägre klimatpåverkan, pågår och de första tornen finns nu på marknaden om än i mindre skalor. Maskinhuset och navet består vanligtvis av en ram i stål med överdelar i glasfiber, se Figur 2. Rotorbladen är tillverkade i en komposit av främst glasfiber och kolfiber.



Figur 2. Rotordel i form av navet innan infästning av rotorblad (vänster) och maskinhus (höger) (Foto: Sweco).

Ett vindkraftverk på land av motsvarande storlek som referensverket för vindpark Liasjön har en drifttid på cirka 8 000 drifttimmar per år vilket motsvarar 80–90 % av året. Med drifttid menas den tid av året som vindkraftverket har sådana förutsättningar att det kan generera el. Vindkraftverken börjar producera el när vindhastigheten vid rotorn är cirka 3 m/s. Verkets produktion ökar sedan med ökande vindhastighet upp till 10–14 m/s då verken når sin maximala effekt, vilket i fackspråk benämns märkeffekt. Energin i vinden ökar med vindhastigheten i kubik vilket innebär att effekten ökar åtta gånger om vindhastigheten fördubblas. Verken tillåter drift upp till 20–25 m/s varefter vindkraftverken automatiskt stängs ned så att de höga mekaniska lasterna som uppkommer vid högre vindhastigheter inte skall påverka komponenternas livslängd mer än vad designen tillåter.

Drifttimmar ska inte förväxlas med begreppet fullasttimmar. Antalet fullasttimmar blir ett teoretiskt värde som talar om under hur många timmar vid full last som krävs för att få den energi som producerats under ett år, man dividerar alltså årsproduktionen med effekten. Ett modernt vindkraftverk om 7,2 MW som producerar 22 400 MWh per år har således cirka 3 200 fullasttimmar. Relativt samma vindförutsättningar så har antalet fullasttimmar ökat över tid då vindkraftverken blivit effektivare främst på grund av att rotordiametern har blivit större i relation till vindkraftverkens effekt.

Rotorn och maskinhuset vrider sig efter vinden och vinkeln på de tre rotorbladen regleras kontinuerligt, vilket på fackspråk benämns "pitchning", för att optimera vindkraftverkets belastning, funktion och produktion. Vindkraftverken roterar medsols mot vindriktningen. Rotorns varvtal är beroende av vindhastigheten och vindkraftverkets rotordiameter. Rotorbladen förses med åskledare för avledning av eventuella blixtnedslag i vindkraftverket.

Vid låg höjd är vinden påverkad av formationer vid marknivå, såsom skog och byggnader. Vindkraftverkets bladspets bör vid sin lägsta punkt passera tillräckligt högt ovan trädtopparna så att turbulensen i vindflödet som skapas av träden undviks, se Figur 3.



Figur 3. Illustration av vindens turbulens nära marken. (Eurowind)

Tornet består vanligen av fyra till sju delar av stål som skruvas samman men kan även bestå av betonghalvor som hålls samman med vajer eller av en kombination av stål och betong. Generellt är tornen försedda med servicehiss och ett stegsystem. I nedre delen kan transformator, spänningsovandlare eller skåp för kontrollsystem placeras om denna utrustning inte är placerad i maskinhuset. Transformatorn kan även utgöras av en mindre byggnad som uppförs på uppställningsyta intill tornet.

Enligt nu gällande föreskrifter ska vindkraftverk med en totalhöjd över 150 meter markeras med vitt respektive rött hinderljus, se vidare i avsnitt 2.8. Vindparken kommer uppfylla gällande myndighetskrav för markering av torn och rotorblad vid tiden för investeringsbeslut.

Ett vindkraftverk styrs genom ett avancerat system av givare som samlar in relevant data. Data samlas in i ett automatiskt övervakningssystem som larmar om någon av sensorerna avviker från normalt uppträdande. Om det finns risk för skada stängs vindkraftverket av i väntan på att analysen är klar. På så sätt ökar både trygghet och tillgänglighet. Övervakningen är direkt avgörande för att kunna bedöma statusen på driftkritiska komponenter och kunna genomföra förebyggande underhåll. Se även avsnitt 5.

## 2.3 Dimensioner

Teknikutvecklingen för vindkraftverk har gått fort framåt och väntas fortsätta. Verksleverantörerna utvecklar ständigt nya och förbättrade modeller av vindkraftverk med högre produktion och bättre tillgänglighet. Ett typiskt landbaserat vindkraftverk som tas i drift idag har en installerad effekt på cirka 6 MW och en rotordiameter på cirka 170 m och det finns större verk på prototypstadiet. Vindkraftverk av denna storlek producerar cirka 16-19 GWh per år.

Utvecklingstakten är svårbedömd men det anses rimligt att de verksmodeller som blir aktuella för vindparken har en installerad effekt om 7–11 MW. Tabell 1 beskriver representativa



dimensioner för vindkraftverk i denna storleksklass. Vid samtliga beräkningar, visualiseringar mm. som genomförts inom ramen för ansökan så har denna storlek på vindkraftverk använts, vilket benämns som referensverk.

Tabell 1. Nyckeltal avseende dimensioner för referensverk.

<b>Referensverk</b>	
Effekt	7,2 MW
Rotordiameter	172 m
Navhöjd	184 m
<b>Totalhöjd</b>	<b>270 m</b>

## 2.4 Källjud

Vindkraftverk ger upphov till två typer av ljud. Dels ett s.k. aerodynamiskt ljud som uppstår när bladen sveper genom luften, dels ett mekaniskt ljud som alstras från t.ex. generator, kylfläktar eller växellåda, i de fall verksmodellen har en växellåda. Det aerodynamiska ljudet bestäms av bladspetsens hastighet, bladformen och luftens turbulens. I och med det kommer olika verksmodeller orsaka ljud med olika ljudnivåer vid en och samma vindhastighet. Varje verksleverantör mäter och dokumenterar det ljud som respektive verksmodell emitterar i direkt anslutning till vindkraftverket. Detta benämns som verkets källjud. Källjudet kan minskas genom att turbinen "regleras ned" vilket då även innebär att produktionen försämras.

Vid ljudberäkningar i ansökan har Vestas V172-7,2 MW med ett uppgivet källjud om 106,9 dBA använts. Detta verk motsvarar väl de verksmodeller som är aktuella för nyetablering av landbaserad vindkraft i Sverige. Faktiskt källjud kommer att bero av slutgiltigt val av verksmodell.

## 2.5 Isdetektering och avisningssystem

Under speciella väderleksförhållanden kan risk för isbildning på vindkraftverkens rotorblad förekomma. Det inträffar främst vid ca 0 °C och hög luftfuktighet, exempelvis vid låg molnbildning på vintern eller underkyllt regn. Isen som bildas kan vid långvarig kyla stanna kvar länge på rotorbladen. För vindkraftverk utan avisningssystem försvinner isen genom olika processer såsom sublimering vid torr luft, mekaniskt lossnande eller smältning vid plusgrader.

Vindkraftverkens övervakningssystem känner av eventuella obalanser och onormala laster på bladen. Identifieras obalanser eller snabba lastförändringar till följd av isbildning stängs verken automatiskt av. På så sätt slungas is inte i väg utan faller rakt nedanför vindkraftverket. Utöver detta finns olika typer av avisningssystem, exempelvis uppvärmning av rotorblad. Huruvida uppvärmningssystem installeras eller ej bestämts i ett senare skede när parken detaljprojekteras och riskerna för iskast kartläggs i detalj. Bedömningen är att denna typ av system inte kommer att behövas för vindpark Liasjön. Denna bedömning baseras på den iskartering som Kjeller Vindteknik genomfört för Sverige och som visar en begränsad årlig aktiv nedisning på 0–100 timmar på 100 meters höjd inom projektområdet, motsvarande 0–1,1% av året. Vid navhöjd på 200 meter kan antal istimmar komma att bli något fler än så.

## 2.6 Skuggdetektorer

För att undvika att de rekommenderade värdena för maximal exponeringstid för rörlig skugga överskrids för någon bostad utrustas vindkraftverken med skuggstyrningssystem.

Skuggstyrning kan exempelvis utföras genom att verket utrustas med en ljusmätare med ett programmerbart tidsrelä som slår av sig själv efter en viss tid. Utifrån de värden som framkommer vid skuggberäkningen programmeras tidsrelät med tider då parametrar såsom solens höjd och väderstreck skulle kunna innebära rörliga skuggor för bostäder. Om det finns risk för rörlig skugga vid bostadshus som överskrider riktlinjerna stoppas verket till dess att någon av de mätbara parametrarna inte längre är aktiva. Med hjälp av loggdata från vindkraftverket finns möjlighet att fjärrövervaka och kontrollera att exponeringstiden inte överskrider angivna riktvärden.

Skuggdetektorer finns installerat vid ett stort antal vindparker i Sverige och har visat sig fungera mycket bra.

## 2.7 Produktionsreglering för skydd av fladdermöss

Om en fladdermuspopulation behöver skyddas så kan vindkraftverken utrustas med ett produktionsregleringssystem för att undvika att fladdermöss skadas av rotorbladen. Detta innebär att vindkraftverken hålls avstängda med stillastående rotorblad under de tider då riskerna att fladdermöss rör sig i närheten är som störst. De aktuella rekommendationerna för driftreglering (batmode) är att det vid behov ska användas nattetid mellan 15 juli och 15 september när temperaturen överstiger 14 grader samtidigt som vindhastigheten är mindre än 6 m/s.

## 2.8 Hinderbelysning

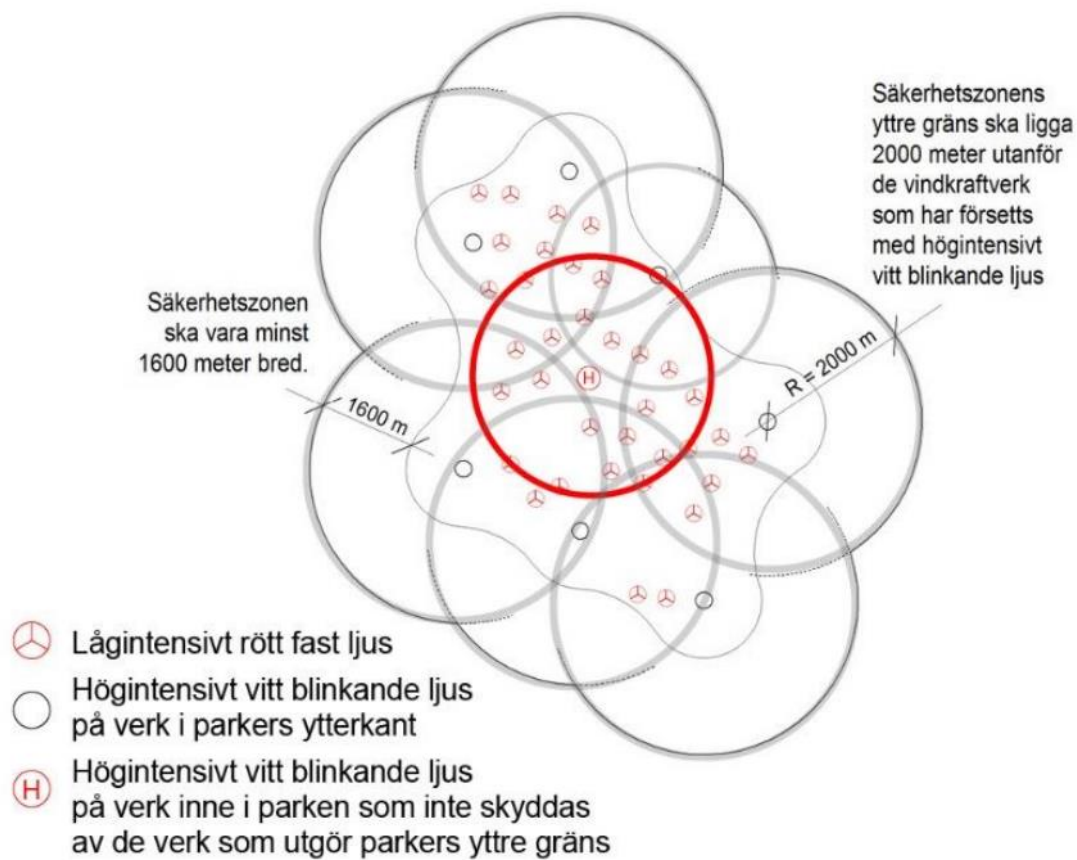
Idag utrustas vindkraftverk med hinderbelysning enligt TSFS 2020:88, "Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten och om flyghinderanmälan".

För vindparker med totalhöjd högre än 150 m och med en navhöjd högre än 150 meter över mark- eller vattenytan innebär föreskrifterna att minst de verk som utgör vindparkens yttre gräns markeras med vit färg och högintensivt vitt blinkande ljus på nacellen samt att tornet markeras med minst tre stycken lågintensiva ljus på halva höjden upp till nacellen. 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.

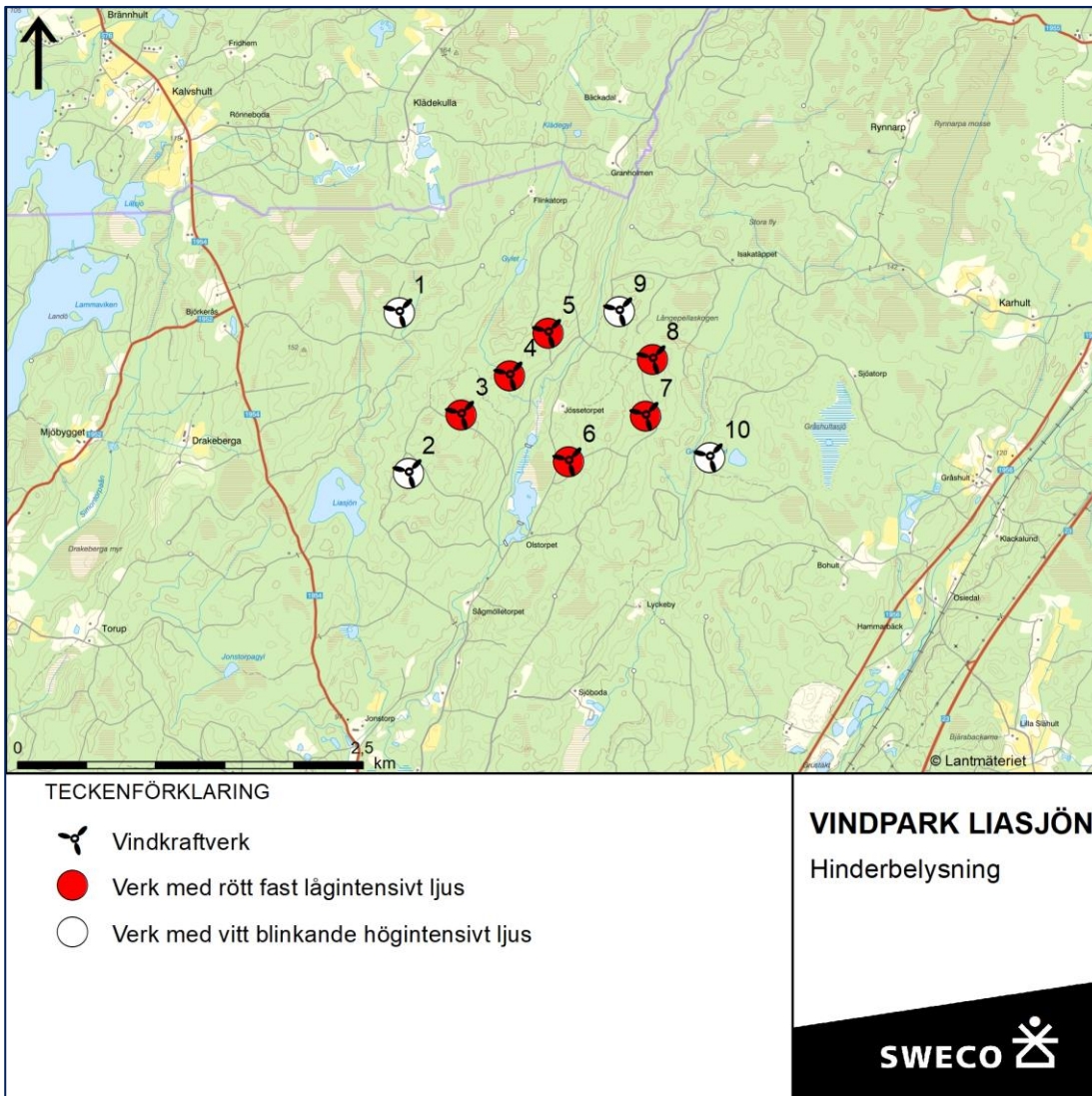
Under gryning och skymning medger föreskriften att ljusstyrkan på det högintensiva ljuset får reduceras till 20 000 cd och under nattetid till 2 000 cd om bakgrundsljuset understiger fastställda nivåer.

Det finns teknik med behovsstyrd hinderbelysning som innebär att hinderbelysningen endast tänds när ett flygplan närmar sig. Denna teknik är idag inte tillåten enligt Försvarsmakten och Transportstyrelsen. Tekniken används dock i andra länder, exempelvis Tyskland, där regelverket kräver att samtliga vindkraftverk ska installeras med radarstyrd hinderbelysning.

Sökanden kommer att arbeta för att reducera ljusstyrkan och blinkningar i den utsträckning som lagstiftningen medger samt stötta en förändring av lagstiftning för att utnyttja teknik som innebär minsta möjliga påverkan.



Figur 4. Metod för markering av vindkraftverk som inklusive rotorn i sitt högsta läge har en höjd över 150 meter över mark. Säkerhetszon är en yta som omger en vindpark för att ge möjlighet till säker undanmanöver för luftfartyg. (Transportstyrelsen, 2020).



Figur 5 Hinderbelysning för vindkraftverk med rött fast lågintensivt ljus respektive vindkraftverk med vitt blinkande högintensivt ljus för aktuell layout.

## 3. Utformning av vindparken

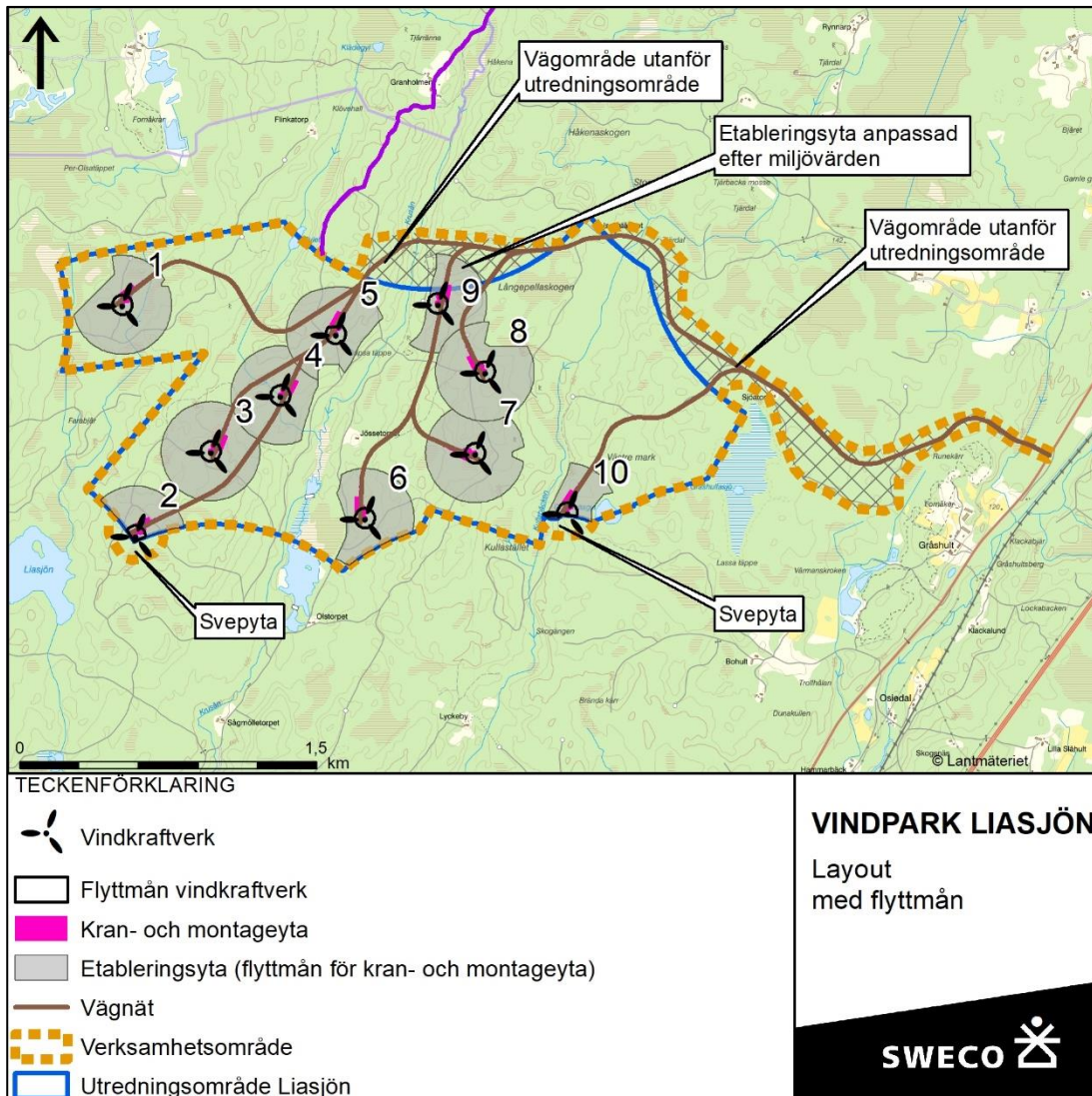
Baserat på de förutsättningar som beskrivs inom ansökan och tillhörande MKB har Sökanden tagit fram ett exempel på utformning för Liasjön. Slutgiltig utformning kommer att fastställas vid detaljprojektering av vindparken enligt inledningen till denna tekniska beskrivning.

### 3.1 Föreslagen verksplacering (layout)

Vid placering av vindkraftverk tas hänsyn till tekniska förutsättningar som vind- och markförhållanden samt motstående intressen. Val av verksmodell har också betydelse. Hur tätt vindkraftverk kan stå beror normalt på rotorbladens storlek och den vindresurs som råder inom området. Om vindkraftverken står för tätt kan så kallade vakeffekter uppstå då vindkraftverken "stjäl" vindenergi från varandra. Konsekvensen blir att den totala energiproduktionen sjunker och att turbulensen ökar vilket ger högre mekaniska laster på vindkraftverken. För att kunna nyttja vindenergin optimalt eftersträvas att avståndet mellan vindkraftverken skall vara 3–6 rotordiametrar.

Sökande ansöker enligt en layout med flyttmån upp till 50 m. Layout med flyttmån tar hänsyn till placeringsprinciperna, dvs de stopp- och hänsynsområden som beskrivs i MKB:n, för att minimera negativ påverkan på människor och miljö samt att det vid detaljprojekteringen ska finnas möjlighet att justera och optimera verksplaceringen.

Föreslagen verksplacering med flyttmån med referensverk redovisas på situationsplanen i Bilaga 1A och Figur 6 samt sammanfattas i Tabell 2. Det är detta som använts i de beräkningar som gjorts för vindpark Liasjön inom ramen för denna ansökan.



Figur 6. Layout med flyttmån av vindkraftverk upp till 50 meter. Internt vägnät samt etableringsytor med kran- och montageyta.

Tabell 2. Sammanfattande information om ansökt verksplacering för vindparken.

Ansökt verksplacering för vindpark Liasjön	
Maximalt antal verk	10 verk
Totalhöjd	270 m
Energiproduktion per år	224 GWh

### 3.2 Fundament

När tillstånd för vindparken erhållits kommer platsundersökningar av byggmässiga och geologiska förutsättningar göras för varje verksplacering. Geotekniska undersökningar genomförs under detaljprojekteringsfasen. Utifrån dessa undersökningar tas beslut om vilken

typ av fundament som kommer uppföras. De två vanligaste typerna är gravitationsfundament respektive bergsförankrat fundament. Gravitationsfundament gjuts under mark med en yta om cirka 700 m<sup>2</sup> och ett djup av cirka 4 m, medan ett bergsförankrat fundament gjuts och förankras med bultar i det underliggande berget.

Storlek och typ av fundament kommer att bero av slutgiltigt val av verksmodell samt de geotekniska förutsättningarna.



Figur 7. Byggnation av fundament. Här syns bultar för tornmontage och bergsförankring. (Foto: Eurowind).

### 3.3 Interna vägar inom projektområdet

Vindkraftverken kommer att transporteras till området i ett antal sektioner, varefter de monteras på plats. Det ställs stora krav på vägens bärighet och geometri för att klara de långa och tunga transportererna. Transporterna med rotorbladet kan vara upp till ca 95 meter långa för anläggningar som byggs idag.

För projektet har ett internt vägnät studerats utifrån upprättad verksplacering. Befintliga vägar inom vindparken kommer, i den mån det är möjligt, att användas för det interna vägnätet. Beroende på de befintliga vägarnas utformning kan de behöva rätas, breddas och förstärkas. Vissa tillkommande interna vägar kommer också att behöva anläggas.

Föreslaget internt vägnät har anpassats till de placeringsprinciper som presenteras i MKB:n. Förslag till slutgiltigt vägnät kommer att arbetas fram under detaljprojekteringen och anpassas efter slutgiltig verksplacering och verksleverantörens behov. Samtliga tillkommande vägar kommer att placeras i enlighet med placeringsprinciperna och sker det sedan förändringar eller justeringar av det i ansökan föreslagna vägnätet kommer detta samrådats med och godkännas av tillsynsmyndigheten före påbörjande av entreprenadarbeten.

Föreslaget internt vägnät redovisas i Figur 6.

Inom vindpark Liasjön bedöms ca 2 km befintliga vägar kunna nyttjas och ca 11 km behöva nyanläggas.

Infart till vindpark Liasjön kommer att ske från öster via väg 1956. Delar av befintliga skogsbilvägar kommer att nyttjas i projektet. Om befintliga skogsbilvägar har sämre geometrisk standard och låg bärighet kommer dessa att breddas, rätas och påföras ny överbyggnadskonstruktion för att ge erforderlig framkomlighet och bärighet.

Vägar inom vindpark Liasjön föreslås i huvudsak byggas som traditionella vägar med en vägbana/krönbredd på 6 m med diken på respektive sida, i kurvor med små radier utförs breddökningar.

Överbyggnadstjocklek kan variera mellan ca 10–80 cm beroende på material i undergrunden. Vägarnas tillåtna längslutning begränsas normalt till maximalt 8–12%.

Erforderligt utrymme (vägområdets bredd) längs vägsträckningarna kommer variera beroende på flertalet faktorer, exempelvis höjd/djup på schakt/fyllning, förläggning av kabelstråk, projekterad överbyggnadstjocklek, förekomst av sten, block och berg samt vegetationstjocklek (som normalt omhändertas inom vägområdet), behov av sedimentfällor i vägdiken, svepytor vid transporter med mera.

Den totala vägkorridoren, där vägbana, slänt, kabelgrav samt avverkad yta räknas in bedöms till ca 20 meter vid raksträcka och något mer i kurvor beroende på bladlängd.

Om passage över torv och våtmark med låg bärighet krävs kan detta utföras enligt två principer beroende på förutsättningar:

- Nybyggnad av väg över torvmark utförs som urgrävning med återfyllnad av genomsläppligt material. Detta för att möjliggöra grundvattentransport genom vägkroppen och att hydrologiska förhållanden på respektive sida om vägkroppen i största möjliga mån bibehålls.
- Förstärkning och breddning av befintlig vägkropp utförs med urgrävning på respektive sida av den befintliga vägen. Stabilisering av befintlig vägkropp sker med återfyllnad i utgrävningen av sprängsten så att befintliga hydrologiska förhållanden i största mån bibehålls.

Ytterligare lösningar för torv- och våtmarkspassager kan bli aktuella vid detaljprojektering av utsedd entreprenör och skall då samrådats och godkännas av tillsynsmyndigheten innan arbetena påbörjas.

Vid åtgärder som påverkar vattendrag ska anmälan om vattenverksamhet göras till tillsynsmyndigheten.

Vid arbeten som riskerar att sprida grumlande partiklar till naturliga vattendrag kommer grumlingsbegränsande åtgärder som exempelvis sedimentfällor användas. Vid vägdiken med stor lutning, höga flöden och flödes hastigheter kommer åtgärder vidtas för att minska flödet i vägdiket för att undvika påverkan på anslutande naturliga vattendragsflöden och nivåer.

Den ytliga vegetationsjorden från området sparas under arbetet och återförs i möjligaste mån på nya slänter för att påskynda återhämtning av växtlighet.





Figur 8. Exempel på breddad väg i befintlig vägsträckning (Foto: Eurowind).

### 3.4 Kran- och montageyta

Vid varje vindkraftverk kommer en hårdgjord yta av grus i form av en kran- och montageplats att anläggas. Dessa ytor kommer att bibehållas under hela tillståndstiden för eventuella underhålls- och driftåtgärder. Kran- och montageplatsen fungerar som uppställningsyta för kran, hjälpkranar samt upplag för torndelar och rotorblad vid byggnation (så kallad uppläggningsyta). För ett vindkraftverk av aktuell storlek krävs en kranplats om ca 1 ha (ca 200 x 50 meter) med upp till tre hjälpkranplatser om ca 150 m<sup>2</sup> vardera per verk. Figur 6 visar kran- och montageplaner för respektive vindkraftverk. Figur 9 visar ett foto av en kranplats inför resning av vindkraftverk.

Ytorna utformas och dimensioneras utifrån aktuell verksleverantörs utrymmesbehov, krav på bärighet samt övriga krav som säkerhet, ytjämnhet och lutningar. Dock kan det redan nu konstateras att konstruktioner med krav på små lutningar kommer att placeras på och framföras till kranplatsen. Detta betyder att anpassning och placering i plan och höjd i befintlig terräng kommer att vara avgörande för att uppnå balans mellan schakt och fyllnadsmassor och därmed minimera intrång och påverkan i befintlig naturmark. Detaljstudie av respektive kranplats utifrån aktuella terrängförhållanden och identifierade restriktioner, kommer utföras i detaljprojekteringen innan byggstart och samrådats med tillståndsmyndigheten.



Figur 9. Kran- och montageyta inför resning av vindkraftverk (Foto: Eurowind).

### 3.5 Logistikytor

En logistikyta är den yta som krävs för de följdverksamheter som vindparken ger upphov till, såsom servicebyggnader, förrådscontainrar, temporära lagringsytor och om så krävs platskontor. Även uppsamling och sorteringsfunktioner för avfall samt säker förvaring av miljöfarliga produkter och miljöfarligt avfall placeras inom logistikytan. Logistikytan kommer även kräva tillgång till vatten och avlopp samt el och fiberanslutning, vilket tas om hand efter rådande föreskrifter. Logistikytor anläggs som hårdgjord yta enligt samma princip som byggnation av vägar och kranplatser. I vindpark Liasjön kommer troligen en logistikyta att anläggas vilken uppskattas till cirka 7500 m<sup>2</sup>. I regel behövs inte logistikytan efter byggfasen och återställs.

### 3.6 Transportvägar till projektområdet

Vindkraftverk och övrigt material transporteras med lastbil på det allmänna vägnätet. I slutändan är det vald verksleverantör som avgör bäst lämpad transportväg för delarna till vindparken. En framkomlighetsanalys kommer att genomföras i samråd med Trafikverket. Från allmän väg planeras transporterna gå in till vindparken österifrån via väg 1956, se vidare i MKB:n.

Transporter av vindkraftverken till området kommer att genomföras med lastbil och byggmaterial kommer bland annat att transporteras med dumper och lastbil.

### 3.7 Internt elnät

Ett internt elnät kommer att förläggas inom vindparken. Det interna elnätet har en spänning på 24 eller 36 kV (matningsspänning). Detta elnät kommer att förläggas tillsammans med ett optiskt kommunikationsnät, som används för styrning, optimering och driftuppföljning av anläggningen. En transformator placeras i maskinhuset, tornet eller i en mindre byggnad bredvid respektive vindkraftverk.

Från vindkraftverken kommer kablar förläggas till en kopplingsstation för vidare överföring till överliggande elnät. Det interna elnätet kommer i möjligaste mån att förläggas i mark längs med de interna vägarna fram till vindkraftverken, se Figur 10. Vilken sida av vägen som väljs beror på markförhållanden och branta slänter ska undvikas. Om den interna vägen från ett verk till kopplingsstationen är lång kan kabelförläggning komma att ske utanför det interna vägnätet och förläggs då utan att påverka andra intressen i området. 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. Sprängning kan komma att bli aktuellt för kabelförläggningen, vilket kommer att undersökas i detaljprojekteringen. Kablarna förläggs i enlighet med gällande föreskrifter om markförläggning av kabel, dvs avseende djup och isolering etc.



Figur 10. Kabelgrav med kraftledning och fiberkommunikationsnät intill väg (Foto: Eurowind).

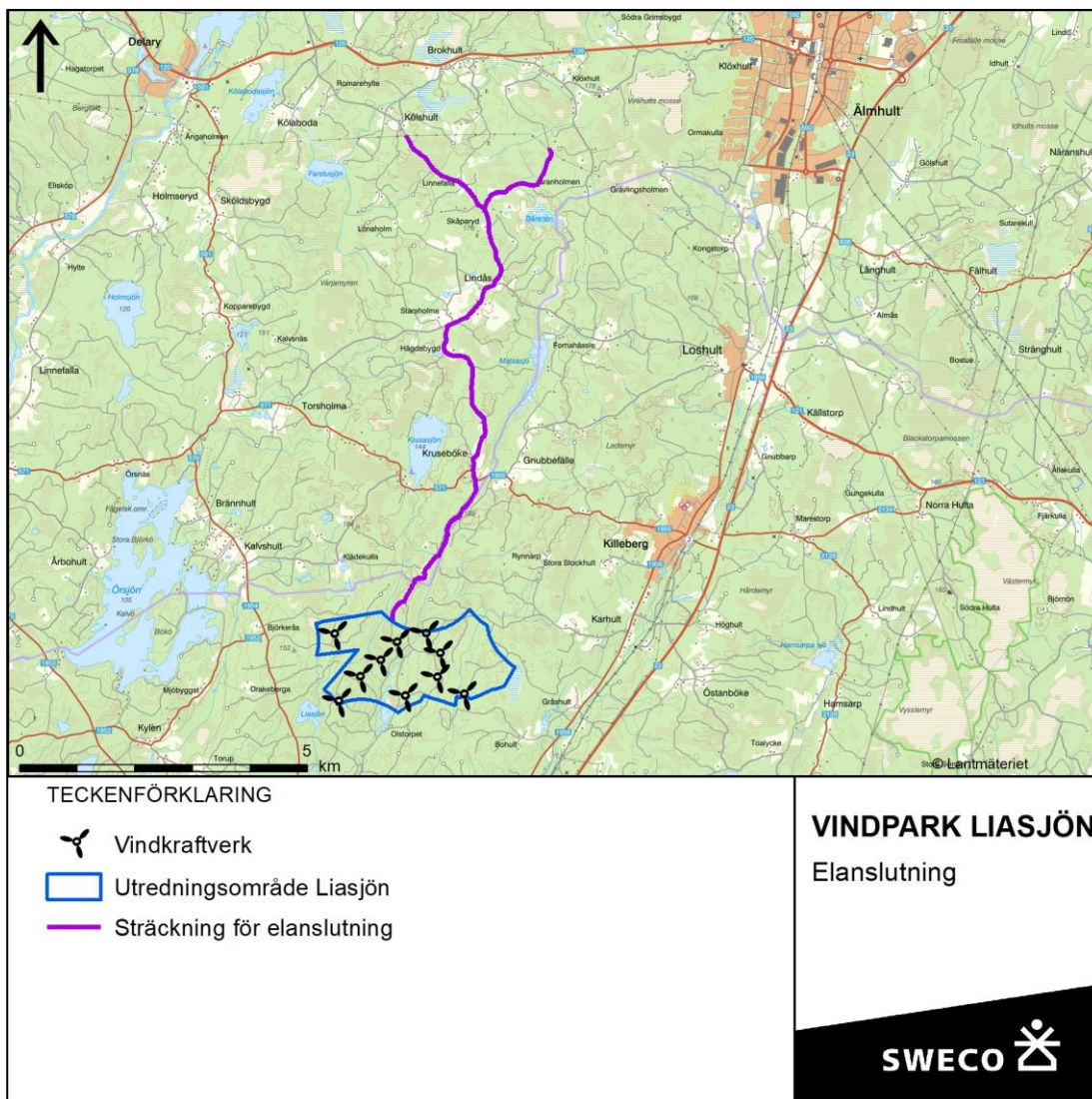
Total kabellängd i det interna elnätet förväntas bli cirka 25 km och förväntad spänningsnivå 36 kV. Kablarnas dimensioner varierar beroende på var i elnätet man befinner sig, antal vindkraftverk per radial mm. Typisk dimension på kablar för internt elnät till vindparker är cirka 92 mm<sup>2</sup> – 630 mm<sup>2</sup>, men slutgiltig dimension fastställs under detaljprojekteringen.

Interna elnät är i normalfallet undantagna från kravet på nätkoncession genom IKN-förordningen (2007:215). För att undantaget skall gälla krävs förutom att det ska vara ett internt nät också att nätet inte har för stor utbredning och det område som undantaget gäller måste vara lätt att avgränsa. Det interna elnätet för föreslagen verksplacering i vindpark Liasjön bedöms uppfylla dessa krav och är således ett icke koncessionspliktigt nät (IKN).

### 3.8 Extern nätanslutning

Elproduktionen från vindparken kommer överföras till regionnätet som i det aktuella området ägs och drivs av E.ON. Sökanden har pågående diskussioner med E.ON avseende lösning för anslutning av vindparken. Det mest aktuella alternativet är att ansluta vindparken cirka 9 km norr om vindparken, se Figur 11. Detta kommer dock hanteras separat genom ansökan om nätkoncession för linje och prövas av Energimarknadsinspektionen (EI).

Överföringen mellan vindparkens elnät och regionnätet kommer ske i en transformatorstation. Transformatorstationen transformerar spänningen från det interna elnätets spänningsnivå till det externa elnätets spänningsnivå. Utformningen kan antingen vara i form av ett inomhus- eller utomhusställverk. Val av slutgiltig lösning görs av eldistributionsbolaget vid ansökan om bygglov då vindparkens utformning är fastställd.



Figur 11 Trolig sträckning för elanslutning till överliggande elnät. Två alternativa anslutningspunkter har bedömts möjliga.

### 3.9 Fiberkommunikationsnät

Ett fiberkommunikationsnät kommer förläggas mellan vindkraftverken. Detta kommer användas för driftövervakning, datainsamling och styrning av vindkraftverken. Fiberkablarna kommer till huvuddelen att samförläggas med kablarna för det interna elnätet.

## 4. Byggnation

När miljötillstånd har erhållits och beslut om turbinleverantör tagits kommer detaljprojektering för slutgiltiga verksplaceringar, interna vägar, uppställningsytor och logistikytor, internt elnät och fiberkommunikationsnät etc. att påbörjas.

### 4.1 Byggnationsförfarande

I byggnationens första skede sker skogsavverkning, etablering av vägar, anläggande av kran- och uppläggningsytor samt förläggning av elkabel och fiberkommunikationsnät.

När tillgänglighet till verkspositionerna erhållits via vägar och uppställningsytor påbörjas byggnation av vindkraftverkens fundament och därefter sker resning av verken. Tornet lyfts på plats och monteras sektionvis efter att ha bultats ihop med ingjutningssektionen i fundamentet. De första tornsegmenten reses vanligen med en mindre kran. Huvudkranen lyfter därefter maskinhuset och rotern på plats. Beroende på verksmodell monteras rotorbladen antingen på marken eller var för sig direkt uppe vid navet, se Figur 12. Det kan även vara så att vindparken byggs etappvis där vägar, uppställningsytor och fundament färdigställs och testas sektionvis varefter resning av vindkraftverk kan inledas. På så sätt kan markarbeten och resning av vindkraftverken ske parallellt och byggtiden förkortas.

Resningen tar cirka två dygn per vindkraftverk under gynnsamma väderförhållanden. Efter genomförda funktionskontroller kopplas vindkraftverket till interna elnätet och tas i drift. Slutligen sker driftsättning och elproduktionen kan påbörjas.

Byggnationstiden för hela vindparken med avverkning, anläggningsarbeten, kabeldragning, byggnation av fundament, resning av vindkraftverk och driftsättning beräknas bli ca 12–18 månader.

Det förutses inte krävas några rivningsarbeten som förutsättning för anläggningsarbetena för vindparken.



Figur 12. Exempel på installation av rotorblad med huvudkranen (Foto: Eurowind).

## 4.2 Materialbehov och masshantering

Vid anläggande av vägar och uppställningsytor och för uppförande av vindkraftverk kommer schakt- och fyllnadsarbeten att genomföras och material erfordras för förstärkning och bärlager. Massbalans kommer att eftersträvas genom att schaktmaterial återanvänds i så stor utsträckning som möjligt. Avtäckningsmassor återanvänds i slänter längs vägarnas sträckning och krossmaterial används till vägarnas överbyggnad.

Massbalans längs väglinjer, planer och för fundament planeras på så korta sträckor som möjligt (normalt ca 500 m) så att behov av sidotippar och långa transporter av material till/från olika delar av vindparken eller externt kan minimeras.

En uppskattning av de mängder som hanteras inom projektet har gjorts utifrån uppskattning av storlekar på kran- och uppläggningsytor, logistikytor samt uppskattning av antal kilometer ny väg och befintlig väg som behöver breddas.

För byggnation av fundament krävs betong och armeringsjärn. Totalt beräknas ca 1600 m<sup>3</sup> betong att krävas per gravitationsfundament och ca 500 m<sup>3</sup> för ett bergförankrat, beroende på verkets dimensioner och markens beskaffenheter. En etablering med 10 verk innebär således att mängden betong kan variera från allt mellan ca 5000 m<sup>3</sup> till 16 000 m<sup>3</sup> beroende på fördelningen mellan de två fundamenttyperna.

Tabell 3. Behov av massor för vägar, uppställningsytor, logistikytor och betong till fundament. Siffrorna är ungefärliga.

Krossmaterial	Vägar [m <sup>3</sup> ]	Uppställningsytor [m <sup>3</sup> ]	Logistikytor [m <sup>3</sup> ]	Fundament [m <sup>3</sup> ]	Total volym [m <sup>3</sup> ]
Bärlager	7 500	5 000	750	-	13 250
Förstärkningslager	37 000	25 000	4 000	-	66 000
Betongballast <sup>1</sup>	-	-	-	5000 - 16 000	5000 - 16 000

## 4.3 Ytanspråk

Den totala ytan som kommer tas i anspråk vid uppförande av 10 vindkraftverk inklusive vägar, uppställningsytor och logistikytor är totalt cirka 14 ha. Detta motsvarar ca 3,3% av projektområdet på 400 ha. Av den totala ytan svarar vägarna exklusive skogsavverkning för vägorridor för ca 8 ha.

## 4.4 Transporter

Tiden då anläggande av vägar och uppförande av vindkraftverken pågår kommer vara den mest trafikerade perioden. Faktorer som påverkar antalet transporter är framför allt behovet av nya vägar och vilken typ av fundament som väljs.

Transporter kommer även att äga rum under drifttiden i samband med service och underhåll av vindkraftverken, men då bedöms transportbehovet bli relativt litet. Service- och personaltransporter under drifttiden kommer främst att ske med personbil, men i samband med större service av vindkraftverken kan kranbilar och andra större fordon behövas.

Vindkraftverken och övrigt material kommer att transporteras in till vindparken via det allmänna vägnätet och sedan via det interna vägnätet inom området, beskrivet i avsnitt 3.3, till respektive verksplacering.

Vindkraftverken transporteras vanligtvis nattetid med lastbil och i ett antal sektioner, varefter de monteras på plats. Det ställs stora krav på vägens bärighet och geometri för att klara de långa och tunga transporterna, se Figur 13. De befintliga skogsbilvägarna inom vindpark Liasjön är av varierande kvalitet och kommer nyttjas i möjligaste mån samt breddas och förstärkas där det är nödvändigt. Dock kommer nya vägar behöva anläggas, se kapitel 3.3.

Vid gjutning av vindkraftverkens fundament bedöms det behövas ca 5000 - 16 000 m<sup>3</sup> betong beroende på val av fundamentstyp. Vid transport från extern betongstation beräknas antalet transporter bli enligt Tabell 4.

Den totala vikten av armering som krävs till fundament bedöms vara cirka 2000 ton. En trailer levererar cirka 40 ton per transport.

De antal transporter som anges avseende krossmassor utgår från ett värsta fall där samtliga massor tillförs projektet. Enligt diskussion i kapitel 4.2 kommer massbalans att eftersträvas inom projektet vilket bedöms minska transporter av krossmassor avsevärt. En täkt inom projektområdet skulle även ha en betydande minskning på antalet transporter. En kvantifiering av båda dessa aspekter är svår att göra då de beror på slutgiltig design samt kapacitet och kvalitet på material från en eventuell lokal täkt.

<sup>1</sup> Mängden betong varierar beroende på fördelningen mellan gravitationsfundament respektive bergsförankrat fundament.



Tabell 4. Transporter till vindparken om allt material tillförs externt.

Material	Per transport	Antal transporter
Krossmassor	20 m <sup>3</sup>	3 950
Betong	7 m <sup>3</sup>	700 - 2 300
Armering	40 ton	50



Figur 13. Transport av vinge (Foto: Eurowind).

## 4.5 Möjliga kringverksamheter

En eller flera servicebyggnader kommer troligen uppföras för drift av vindparken. Dessa byggnader kommer att användas till service och underhåll, kopplingsstation för nätanslutningen, personalbyggnad och liknande. De servicebyggnader som krävs för etableringen kommer att utformas enligt gällande föreskrifter och bygglov kommer att sökas separat.

Berg och grus (till betong) och sand (till kabelgravar) kommer tas från täkter i närområdet. Om ytterligare behov av massor blir aktuellt kan möjligheterna för täkt av berg och morän komma att undersökas inom och i anslutning till vindparken. Tillstånd enligt miljöbalken för eventuella nya täkter söks separat.

Betong, som kommer behövas för byggnation av fundament till vindkraftverken, kommer antingen att transporteras från befintliga betongstationer eller tillverkas på plats med mobila betongstationer. För sådan verksamhet kommer separat anmälan enligt miljöbalken att göras.

Under byggtiden kommer tillfälliga byggaracker att behöva anläggas inom projektområdet. De byggnader som krävs för etableringen kommer att utformas enligt gällande föreskrifter och eventuella bygglösa kommer att sökas separat om så krävs.

## 4.6 Avfall och kemikalier

Vindparken kommer att generera en viss mängd avfall, framför allt under byggtiden. Avfallet består främst av metallskrot, brännbart, plaster och hushållsavfall. Om behov finns kommer tillfälliga avfallscentraler/miljöstationer i enlighet med gällande föreskrifter att uppföras inom projektområdet under byggtiden. Under drifttiden bedöms avfallet kunna hanteras i anslutning till servicebyggnaderna.

De kemikalier som kommer att nyttjas under anläggning och drift är drivmedel för fordon (främst under anläggningstiden), växellåds- och hydraulolja, lagerfett och eventuellt glykol för kylning (vanligast är dock att vindkraftverken är luft- och/eller vattenkylda) samt avfettningsmedel, målarfärg, lim och liknande för det löpande underhållet.

Ett vindkraftverk innehåller idag normalt upp till cirka 600 - 900 liter olja (växellåds- och hydraulolja). Oljan byts vid behov, cirka vart femte år. Vid byte omhändertar ackrediterat företag den uttjänta oljan för uppärbetning och destruktion. Den olja som skall fyllas på förvaras inte i vindkraftverket, däremot förekommer fettsprutor för smörjning av lagerbanor och dylikt. Dessa förvaras i maskinhuset. Vid eventuella läckage samlas oljan i maskinhuset och i värsta fall rinner det ner i tornet. Tornets botten fungerar i dessa fall som invallning. Därifrån kan det vid sanering samlas upp och transporteras till återvinning alternativt destruktion.

De rengöringsmedel som används skall väljas i enlighet med produktvalsprincipen. Vid hantering av farligt avfall kommer rådande version av Avfallsförordningen följas.

## 5. Drift och underhåll

Vindkraftverken kommer, enligt den egenkontroll som tas fram för anläggningen, att undersökas med regelbundna intervall vilket inkluderar besiktningar som kräver ackreditering. Större underhåll kommer vanligtvis ske någon/några gånger per år.

Dagens vindkraftverk har långtgående automatik och kräver begränsad tillsyn, bland annat genom SCADA-system (Supervisory Control And Data Acquisition) och CMS-system (Condition Monitoring System). Vindkraftverken är utrustade med givare som registrerar bland annat vindhastighet, vindriktning, varvtal, effekt med mera, för att alltid kunna producera optimalt. Här registreras även eventuella felaktigheter som obalanser i rotorn, friktionskrafter och läckage samt temperaturer och tryck. Data samlas in i ett övervakningssystem som varnar för eventuella problem samt för att möjliggöra analyser av vindkraftverkets status. Via detta system fjärrövervakas vindkraftverken från annan geografisk plats. Datainsamlingen görs även för att skapa trender och analyser för att kontrollera vindkraftverkets status.

Övervakningen sköts ofta av verksleverantören från övervakningscenter dit alla signaler, data och larm går. Kan felet avhjälpas via fjärrstyrning görs detta och vid larm eller fel som inte går att sköta via fjärrstyrning sänds lokala tekniker ut till verket för att undersöka och avhjälpa felet. Övervakning sker dygnet runt, sju dagar i veckan. Övervakning, service och underhåll kan även utföras av annan part än verksleverantören om så anses mest lämpligt.

Verksleverantören utser vanligen en särskilt ansvarig för vindparken som sköter kommunikation/rapportering till vindparksägarens driftingenjör som ansvarar för driftsfrågor/uppföljning av kontrakt och så vidare hos ägaren.

Under drifttiden förekommer normalt transporter kopplade till underhåll av vindkraftverken vilket kan ske under hela året. Hjälpkomponenter i vindturbin som hiss, stege, interna kranar, säkerhetsutrustning inspekteras och underhålls årligen, för att säkerställa personsäkerhet. 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 repellering (då man använder rep för att komma till rätt position) 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.

Det vägunderhåll som vanligtvis behövs under drifttiden är främst grusning, hyvling, dikesröjning, dikesrensning samt vinterväghållning.

Vid vindar som är så hårda att vindkraftverket riskeras att skadas vinklas eller 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 vrids bladen så att verken går med reducerad effekt alternativt stängs vindkraftverket av för att förhindra förslitningsskador. 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 vid en upphandling. På detta sätt undviks haverier på grund av starka vindar.

## 6. Avveckling

Beräknad livslängd på vindkraftverken är 40 år. Sökande ansvarar för demontering, avveckling och att området återställs. Anlagt vägnät lämnas vanligtvis kvar och kan användas som transportvägar för skogsbruket. Resurser för återställande fonderas, vilket redovisas i ansökan för vindpark Liasjön.

Vid nedmontering och återställande av platsen kommer, liksom vid byggnation, transporter och arbeten att ske. Återställningsarbeten föreslås ske i samband med nedläggning av verksamheten utifrån den praxis som gäller vid tidpunkten för arbetena. Anmälan till tillsynsmyndigheten ska ske i god tid innan vindkraftverken permanent tas ur drift. Anmälan ska innehålla en åtgärdsplan och en tidplan för återställning av platserna.

Idag finns en andrahandsmarknad för både hela vindkraftverk, som då monteras ner och restaureras och för enskilda delar av vindkraftverk, 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.

I Tabell 5 visas exempel på hur nedmontering och avveckling kan komma att ske för vindkraftverk respektive intern infrastruktur. Huvudsyftet med den metod som används vid nedmonteringen är att minimera påverkan på miljön, återställa området till en säker plats för annan verksamhet samt minimera risker för hälsa och säkerhet under nedmonteringsförfarandet.

Tabell 5. Exempel på hur nedmontering och avveckling kan komma ske för vindkraftverk och intern infrastruktur.

Anläggningsdel	Exempel på åtgärd
Vindkraftverk	Vindkraftverket monteras ned och stål, järn och koppar kan återvinnas. Kompositmaterial i rotorbladen kan återvinnas.
Fundament	Fundamenten avlägsnas ned till några decimeter under markytan eller fylls över. Därefter återställs ytan med lämpligt fyllnadsmaterial som motsvarar omgivande marks egenskaper.
Vägar	Vägar lämnas vanligtvis kvar om inte annat överenskoms med fastighetsägare och tillsynsmyndighet.
Kran- och uppläggningsyta samt logistikytor	Kran- och uppläggningsytor samt logistikytor återställs vid behov.
Internt elnät	Kablar kan tas upp eller lämnas kvar, beroende på vad som bedöms vara miljömässigt mest fördelaktigt, och marken återställs därefter.
Nätstation	Material i ställverk och transformatorstation med tillhörande kringutrustning tas bort och återvinnas.