

## 2.2.4 Vindkraftens landskapspåverkan

I detta avsnitt beskrivs hur landskapet kan påverkas av vindkraft och vilka aspekter som är viktiga att ta hänsyn till vid en samlad bedömning av landskapets tålighet.

### Vindkraftens markanspråk

Vindkraftens direkta påverkan på landskapet sker genom den fysiska etableringen med fundament, vägar och kraftledningar. Ett modernt vindkraftverk, likt de som finns på Bondön, tar in anspråk en yta på ca 300 kvadratmeter för vindkraftverket och dess fundament, dock krävs ofta ca 300-500 m anslutningsväg och en kranuppställningsplats på 1000-1500 m<sup>2</sup>. Placeras vindkraftverket i skogsterräng behövs också en avverkning runt verket på ytterligare en halv hektar. Det innebär att vindkraften kräver ca en ha mark per vindkraftverk i markanspråk. Detta markanspråk kan jämföras med en vattenkraftsutbyggnad av Piteälven som skulle kräva en ökad dammyta av i genomsnitt 16 ha för samma elproduktion som ett modernt vindkraftverk.

### Vindkraftens visuella landskapspåverkan

Teknikutvecklingen inom vindkraftbranschen går mot allt större och högre vindkraftverk. De verk som planeras idag har vanligtvis en totalhöjd på 120-170 m. Vindkraftverk kommer därför att kunna ses på stora avstånd från öppna platser i det omgivande landskapet.

Hur vindkraften påverkar landskapsbilden beror på verkens storlek, antal, utformning, konstruktion, synbarhet och betraktningssavstånd.

Stora verk syns på större avstånd och totalhöjder över 150 m kräver även starkare hinderljus för flyget. Stora verk innebär dock ofta en fördel i att antalet verk kan reduceras och att rotationshastigheten blir lägre och ger därmed ett mer harmoniskt intryck. Enligt transportstyrelsens föreskrifter behöver vindkraftverk med en totalhöjd över 45 m markeras med vit färg för att synas under dagtid.

Fler vindkraftverk ger en större landskapspåverkan än färre, men inte i proportion till antalet. Sett från en utblickspunkt är det närmast synliga verket det mest dominerande och verk som tillkommer i bakgrunden ger betydligt mindre påverkan.

Vindkraftverkens inbördes positioner har också betydelse för hur vindkraftpark påverkar landskapet. En vindkraftanläggning som följer stråk i landskapet kan upplevas som mer harmonisk.

De flesta vindkraftverk har idag en likartad konstruktion med horisontell axel och trebladig rotor, men avvikelser förekommer och teknikutveckling pågår bl a avseende vertikalaxlade verk som ger ett helt annat intryck. Den visuella landskapspåverkan beror också på hur väl anläggningen harmoniserar med landskapet. Begreppen dominans, kontrast och samverkan kan användas för att förklara samspelet med landskapet.

Vindkraftverk som syns på nära håll i ett småbrutet jordbruks- eller skogslandskap kommer att dominera landskapsbilden, medan vindkraftverk på längre avstånd i ett stort obrutet landskap kommer att uppfattas som mindre dominerande.

Kontrast handlar om anläggningens förmåga att smälta in i landskapet. I ett ålderdomligt landskap, t ex opåverkade skogs- och kulturmiljöer, blir kontrasten med vindkraftverken stor jämfört med områden med stor sentida påverkan, som E4-stråket eller Luleå hamn. Kontrasten upplevs också något mindre med ett storskaligt skogsbruk än med opåverkade skogsmiljöer.

Samverkan kan uppstå om det finns samband mellan särskilda anläggningar som genom sin karaktär kan sägas samverka med en vindkraftetablering. Exempel är nyetableringar av vindkraftverk i närheten av befintliga vindkraftverk och i närheten av industriområden. Samverkan kan även upplevas mellan gårdsvindkraftverk och ett aktivt jordbruk.

För en enskild utblickspunkt påverkas vindkraftverkens dominans av vilka andra objekt som finns i närheten. Byggnader, enskilda stora träd och en trafikerad väg är exempel på sådant som kan göra vindkraftverken mindre synbara. Vindkraftverkens dominans påverkas dock även av avståndet.

Nedanstående avståndsgränser är ungefärliga och baseras på vindkraftverk med en totalhöjd av 150 m.

- Inom närzonen (på upp till ca 4 km avstånd) uppfattas synliga vindkraftverk som dominerande element i landskapet.
- I mellanzonen (ca 4 - 8 km) varierar synligheten beroende på landskapets karaktär. Över öppna partier blir verken väl synliga, men det är svårt att uppfatta deras storlek.
- I fjärrzonen, upp till ca 15 km, kommer vindkraftverken att bli väl synliga från öppna partier, men landskapsformerna minskar dominansen.
- På avstånd längre än 15 km uppfattas vindkraftverken som små företeelser vid horisonten och de kan vara svåra att urskilja från andra landskapselement.
- På ca 40 km avstånd kommer ett 150 m högt verk att ligga helt bakom horisontlinjen, men kan ändå bli synligt om man har kikare och en fri vy från en högt belägen utblickspunkt.

Vindkraftverk med en totalhöjd över 150 meter behöver ha varningslampor för flyget med högintensivt vitt blinkande ljus. Detta ökar synbarheten även dagtid för dessa verk.

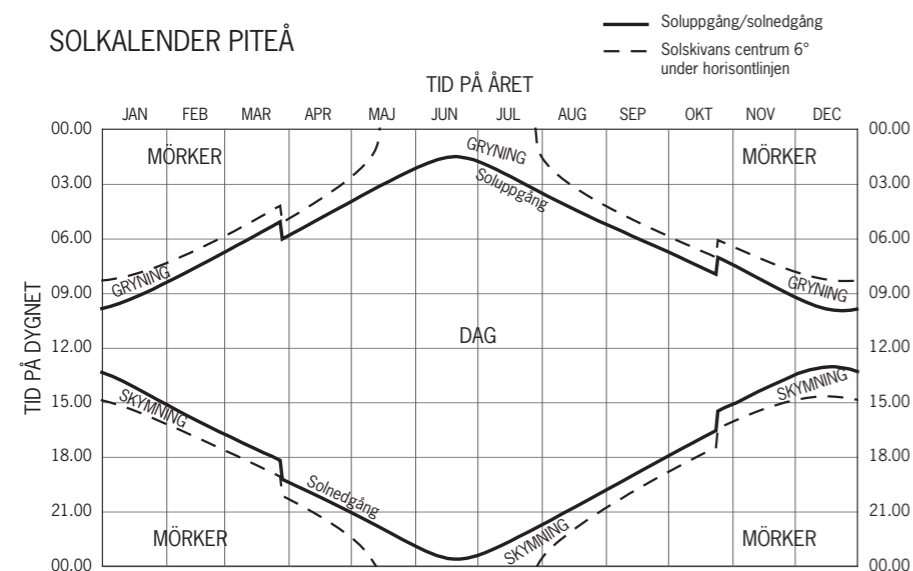
	Närzon 0-4 km	Mellanzon 4-8 km	Fjärrzon 8-15 km	15-40 km
Dominans	Dominerande	Landskapets karaktär avgör graden av dominans	Landskapets former kan dominera över verken	Landskapets former dominerar, verken är mer eller mindre osynliga
Kontrast	Stor	Mindre	Viss påverkan	Obetydlig
Samverkan	Beroende av kringliggande objekt	Beroende av kringliggande objekt	Visst beroende av kringliggande objekt	Visst beroende av kringliggande objekt

Figur 2.2:11 Vindkraftverkens påverkan på landskapet varierar med avstånd.

### Vindkraftens landskapspåverkan nattetid

På natten påverkar vindkraften landskapsbilden genom de varningslampan som krävs för flygsäkerheten. Enligt transportstyrelsens föreskrifter behöver vindkraftverk med totalhöjd 45-150 m markeras med medelintensivt rött blinkande ljus under mörker, gryning och skymning. Lampan ska sitta på vindkraftverkets högsta fasta punkt, vilket vanligtvis är ovanpå generatorhuset. Under gryning och skymning skall ljuset ha ljusstyrkan 2000 candela, vilket ungefär motsvarar halvljuset från en mötande personbil. Under den mörka tiden på dygnet kan ljuset reduceras till en tiondedel av detta, 200 cd. På dagen kan ljuset vara helt släckt. Vindkraftverk med en totalhöjd högre än 150 m måste utmärkas med högintensivt vitt blinkande ljus under hela dygnet. Högintensivt ljus innebär enligt föreskrifterna en ljusstyrka på 100 000 cd, vilket ungefär motsvarar ett kraftigt helljus i färdriktningen. Även högintensivt ljus kan reduceras under mörker, enligt föreskrifterna ned till 2000 cd.

Både medelintensivt och högintensivt ljus får skärmaskas av nedåt så att synbarheten minskar på marken inom närområdet. Vid vissa atmosfäriska förhållanden med låga moln kan ljusens reflexioner i molnbasen innebära ökad synbarhet.



Figur 2.2:12 Solens upp- och nedgång i Piteå 2009. Under mörker får vindkraftverkens hinderljus ha reducerad ljusstyrka.

Tidsgränserna för gryning, skymning, dag och mörker i Piteå framgår av figur 2.2:12. Under sommarnätterna övergår skymningen direkt i gryning och därmed sker ingen reducering av ljusstyrkan dessa månader. Baserat på erfarenheter från vindkraftanläggningen på Bondön har det visat sig att 2000 cd upplevs som störande när det inte reducerades nattetid vintern 2008-2009. Den minskning till 200 cd nattetid innebär att störningen upplevs som mindre av de kringboende. Många upplever dock att det är ljusblinkningarna i sig som stör mest och efterlyser ett fast ljussken i stället.

Av landskapsbildskäl bör man även eftersträva att använda den blinkande hinderbelysningen enbart på de yttre vindkraftverken i en större vindkraftspark, vilket i vissa fall medges av transportstyrelsens föreskrifter.

### Människors uppfattning av vindkraftverk

Landskapets karaktär förändras med vindkraftetablering, och denna förändring kommer att påverka den som betraktar det. Vindkraftverk kan uppfattas mycket olika av olika människor. En del uppfattar vindkraftverk som främmande ingrepp i landskapsbilden och ser dem som störande, fula och onaturliga. Några uppfattar vindkraftverken som vackra anläggningar som tillför landskapet en ny dimension och ser dem som miljövänliga, nödvändiga, effektiva och naturliga. Vissa kopplar vindkraftverken till den nytta de gör, för miljön och ekonomiskt för bygden, och accepterar därmed påverkan på landskapsbilden.

Landskapets användare kan mycket grovt delas in i fyra kategorier, vilka var och en torde ha ett eget förhållningssätt till området. Dessa är:

- Bofast befolkning och fritidsboende som vistas i området dagligen, till vardags och som närlandskap för rekreation och utfärder, etc.
- Tillresta turister eller personer som tillfälligt söker natur- och landskapsupplevelser.
- Personer som dagligen arbetar i området, t ex med skogsarbete, rennäring eller transporter.
- Förbipasserande resenärer på väg till färdmål utanför området och utan känslomässig bindning till platsen.

Beroende på vilken kategori man identifierar sig med eller tillhör kommer en större vindkraftanläggning att mer eller mindre färga intrycket av området. Utan att spekulera alltför mycket kan man anta att de första två grupperna är de som är mest känsliga för förändring, följt av den tredje gruppen i den mån vindkraften påverkar deras arbetsmiljö.

Frågan man därefter kan ställa sig är hur mycket förändringen betyder och om man på något sätt kan påverka den genom t ex storlek på anläggningen eller enskild placering av verken.

Utöver ovanstående grupper finns det också personer som kommer att besöka området beroende på att vindkraftanläggningar etableras. Till dessa hör de som sysslar med byggnation eller underhåll av vindkraftverk eller som är sysselsatta med kringverksamheter till anläggningarna (t ex transporter och samhällsservice), samt de som besöker parken i studiesyfte såsom forskare eller vindkraftturister.

För dessa grupper är vindkraftanläggningen huvudanledning till att de befinner sig i området och för dem kommer anläggningen att vara något som huvudsakligen tillför värden till landskapsbilden.



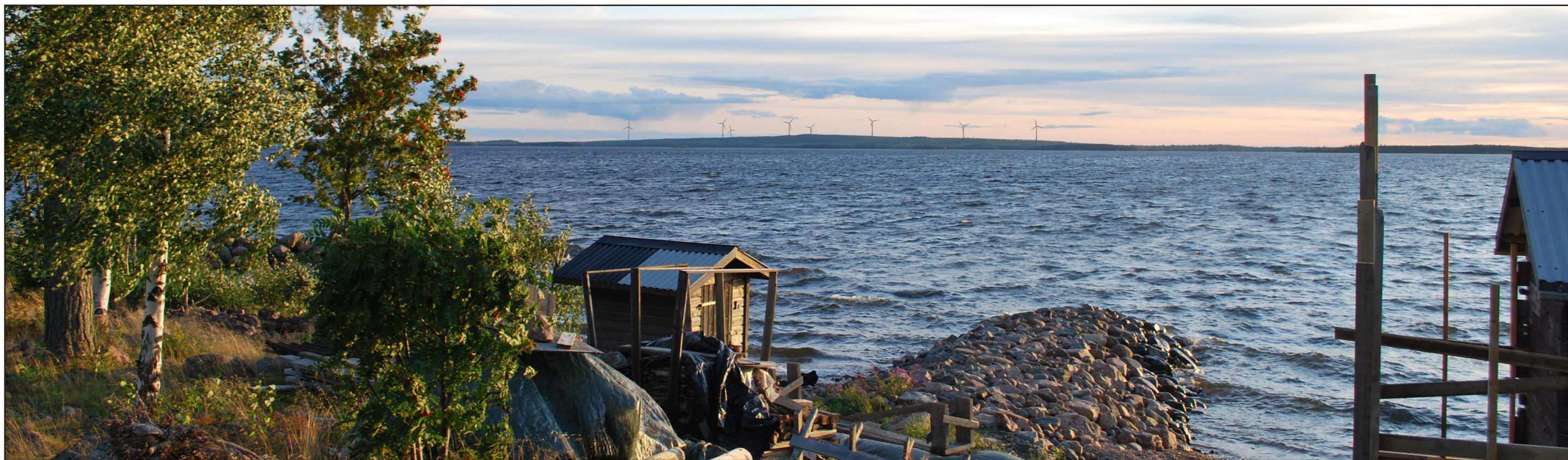
Figur 2.2:13 Skogslandskap och vindkraft. Bilden visar ett montage från Nikkala mot väster, med en skisserad lokalisering av 150 m höga vindkraftverk. Skogen skymmer det mesta av verken. Foto: Eva Andersson.



Figur 2.2:14 Odlingslandskap och vindkraft. Bilden visar ett fotomontage från Vuono. Foto: Eva Andersson.



Figur 2.2:15 Foto från Vattenfalls vindkraftpark Lillgrundet utanför Malmö, exempel på vindkraft i ytterskärgården. Radfenomenet framgår tydligt, men lär i praktiken inte spela så stor roll eftersom parken ligger relativt långt från land. Okänt avstånd, brännvidd 42 mm. Foto: Tomas Malmlöf



Figur 2.2:16 Fotomontage över Bergön, Kalix skärgård. Exempel på parkutformning på öar. Brännvidd: 27 mm.

### 2.2.5 Landskapstypernas tålighet för vindkraft

*Landskapstypernas tålighet för vindkraft har studerats genom fältbesök, studier av topografi och markanvändning, visualiseringar av vindkraft i specifika landskapstyper och genom inventering av värdefulla miljöer (se exempelvis avsnitten om natur- och kulturmiljö). Därefter har en samlad bedömning för varje landskapstyp genomförts. Bedömningen är mycket översiktlig då det studerade området är varierande och ytmässigt omfattande. Figur 2.2:10 visualiserar översiktliga gränser för respektive landskapstyp och nedan beskrivs deras visuella känslighet.*

#### Landskapets tålighet för förändring

Vindkraft påverkar landskapet och innebär visuella förändringar för de platser där vindkraftverken kan ses. Till skillnad från gradvisa förändringar innebär byggandet av vindkraftverk och master en förändring av landskapsbilden på kort tid. Upplevelsen av en förändring är till stor del individuell och påverkas av vem som betraktar landskapet, vilken relation personen har till platsen, vilka förväntningar som fanns i förväg samt den generella inställningen till vindkraft (se avsnitt om människors uppfattning av vindkraftverk). Ett landskaps karaktär och förutsättningar kan variera stort mellan närliggande områden. *En enskild analys av varje plats känslighet för vindkraft krävs för att göra en så korrekt bedömning som möjligt. Det ansvarar främst projektören för.*

Vindkraftverkens påverkan på landskapet varierar utifrån hur tåligt landskapet är för förändringar. Tidssambanden är en mycket viktig aspekt vid en känslighetsbedömning. Ett landskap som präglas av nutida mänsklig aktivitet är inte lika känsligt som ett landskap som präglas av ingen eller äldre mänsklig aktivitet. Utöver tids- och historiska aspekter är landskapets visuella tålighet viktig.

#### Kustområdets skogslandskap

Skogslandskapet är den dominerande landskapstypen på fastlandet och karaktäriserar hela Norrbottens kust- och skärgårdsområde. Det bor inte många människor i skogslandskapet, däremot är det många som rör sig på vägnätet genom landskapet. Skogsvegetationen innebär även en stark visuell barriär som gör att vindkraftverk syns på få platser i landskapet. Skogsbruket som präglar landskapet innebär en ständig förändringsprocess med plötsliga förändringar vid större gallringar, slutavverkningar och markberedningsarbeten och gradvisa förändringar när ny skog växer upp. E4-trafikens framfart genom skogslandskapet och E4:ans närhet till tät-

orterna gör att man i dess närhet ständigt påminns om mänsklig aktivitet och industriell verksamhet. De många mobiltelefonmasterna tillhör också människans sentida påverkan på landskapet. Skogslandskapet runt nya Haparandabanan och E4 är visuellt mycket tåligt för vindkraftetablering. Skogslandskapet runt en framtida Norrbotniabana är generellt också mer visuellt tåligt för vindkraftetableringar.

Skogslandskapet har därför en jämförelsevis stor tålighet för vindkraft. Delar som är känsligare för vindkraft är områden nära hav och sjöar, äldre skogspartier och områden som har stor betydelse för det rörliga friluftslivet.

#### Tätortsnära områden

Områden allra närmast tätorter utesluts vanligen för vindkraftetablering beroende på bedömda skyddszoner för ljud och skuggutbredning. Vindkraftverk kan emellertid synas långt och kan därmed bli synliga för många om de lokaliseras i näromgivningen till de större tätorterna. Tätorterna innehåller också många äldre kulturmiljöer och landmärken som kan påverkas visuellt med vindkraft i bakgrunden.

Tätorter innebär emellertid en hög grad av mänsklig aktivitet som minskar vindkraftverkens dominans. I närheten av tätorter finns också industriområden, där landskapsbilden mycket väl kan tåla en begränsad vindkraftetablering. Vindkraften kan här inordnas i landskapet och ge en kompletterande miljöprofil till de verksamheter, jordbruk eller industrier som finns nära.

Sammanfattningsvis är landskapsbilden kring tätorter känslig i den mån värdefulla utblickar påverkas.

#### Odlingslandskapet

Tåligheten för vindkraft i odlingslandskapet varierar beroende på odlingslandskapets karaktär. Stora, öppna odlingslandskap likt slättbygderna i södra Sverige har större tålighet för vindkraft än de småbrutna. Några sådana större slätter finns dock inte längs Norrbottenskusten. I småbrutna jordbrukslandskap med stort kulturhistoriskt värde, likt det ladbeströdda odlingslandskapen kring Avan, Persöfjärden, och Ersnäs har vindkraftverk ofta en konkurrerande effekt på landskapsbilden. Ur denna aspekt bedöms därför odlingslandskapet i Norrbotten som mer känsligt. Här bör beaktas att även vindkraftetableringar i näraliggande skogslandskap kan

ha en påverkan på landskapsbilden i odlingslandskapet.

Att odlingslandskapet ligger i smala stråk ofta längs vattendrag och fjärdar innebär dock att det ofta redan är exploaterat med sentida bebyggelse, modernt jordbruk, ny infrastruktur och olika industriverksamheter. I landskap där storskalig jordbruk bedrivs, där det t.ex. finns större silos, skulle vindkraft, åtminstone gårdsvindkraftverk, kunna samverka med rådande landskapsbild. På dessa platser har landskapet stor tålighet för vindkraft. I samband med dessa sentida verksamheter kan vindkraft passa bättre in i landskapet, särskilt om man kan se kopplingen att vindkraften har en funktion i kulturlandskapet.

Sammanfattningsvis är landskapsbilden i odlingslandskapet känsligare för vindkraft än den i skogslandskapet beroende på större inslag av kulturmiljö och fler betraktare. Vindkraft i och nära odlingslandskapet bör därför föregås av en noggrann analys av landskapets karaktär, särskilt vilka utblickar som påverkas och i vilken grad vindkraften konkurrerar med äldre kulturlandskap.

#### Innerskärgården

Norrbottenskusten är bågformad och flack och närheten till öppna havsytter betyder att vindkraftverk i denna landskapstyp kan ses från många platser längs kusten och ute i skärgården. Här finns många kultur- och naturmiljöer som anses värdefulla och som befaras att konkurreras ut vid en vindkraftetablering. Friluftslivet i skärgården är aktivt. Längs kusten finns många fritidshus och många ägnar sig åt båtliv. Det finns också få verksamheter i innerskärgården som har industriell/modern präglning där vindkraften kan harmonisera med omgivande landskap. Kontrasten mot omgivande landskap är därför stor.

En etablering på någon av de större skogsbeklädda öarna påverkar dock landskapet betydligt mindre än en etablering till havs eftersom etableringen på öar kan skymmas av skog och eftersom fritidsbebyggelsen ofta ligger längs stränderna och skogen därmed skymmer vindkraftverk centralt på öarna.

Sammanfattningsvis är landskapsbilden i innerskärgården generellt mer känslig för vindkraft än i skogslandskapet och odlingslandskapet. Vid en planering av vindkraft i innerskärgården är det viktigt att de planeras så att man i möjligaste mån undviker att störa utblickar mot särskilt värdefulla kulturmiljöer eller att den lokala markanvändningen bryter upp sammanhängande naturmiljöer av stort värde. Se även avsnittet visuell påverkan och parkutfomring till havs.



*Figur 2.2:17 Foto från Umeå Energis vindkraftpark Håcksta, väster om Vårdkasberget cirka 15 kilometer nordost utanför Hudiksvall, exempel på vindkraft i skogslandskap. Anläggningen ligger på ett klapperstensfält i gles tallskog vid havet. Verktypen är Vestas V90 2 MW med navhöjden 80 m. Foto: Tryggve Sigurdsson.*

### Ytterskärgården och öppet hav

Ytterskärgården har liknande förutsättningar som innerskärgården gällande topografi och geografisk position i förhållande till den bågformade fastlandskusten. Öarna är små och den vindkraftutbyggnad som kan bli aktuell i ytterskärgården är havsbaserad vindkraft utanför de yttre öarna.

Få människor vistas i ytterskärgården och från fastlandet är vindkraften svår att se, men landskapsbilden i ytterskärgården är i sig mer känslig för vindkraft eftersom det här är få andra element som bryter av det öppna havet. Denna del av skärgården är minst påverkad av sentida mänsklig verksamhet. Även här är det viktigt att placera verken med hänsyn till utblickar mot värdefulla kulturmiljöer. Tex ligger i den yttre skärgården några äldre fiskelägena. Växtligheten på öarna är låg och de har en låg topografisk profil.

Utblickarna från området är vida och vindkraft här skulle ha en dominerade effekt, särskilt med tanke på att vindkraft till havs kräver stora sammanhängande parker.

De vida utblickarna gör emellertid också att trafiken på sjöfartens farleder framträder tydligt, vilket från vissa platser kan dra ner vindkraftens dominans något.

### Visuell påverkan och parkutformning till havs

Genom sin höjd blir vindkraftverk ofta tydliga element i landskapet även på längre avstånd om sikten är fri och antalet vindkraftverk är stort. Detta gäller inte minst vindkraftverk till havs, där det finns få andra objekt som tar plats i det visuella rummet.

Vid större avstånd än 10 km börjar objekt att sjunka ner och döljas bakom horisontlinjen. För ett större havsbaserat vindkraftverk med navhöjden 90 m och rotordiametern 126 m, försvinner navet under horisonten först på drygt 30 km avstånd. Med hänsyn till helhetsintrycket, kan större verk dock många gånger vara att föredra framför mindre verk. Det beror på att en rotor med större radie – större turbiner och större rotorblad – vanligtvis roterar långsammare än en rotor med mindre radie. Därmed ger den ett lugnare intryck och drar inte uppmärksamheten till sig på samma sätt som en mindre rotor.

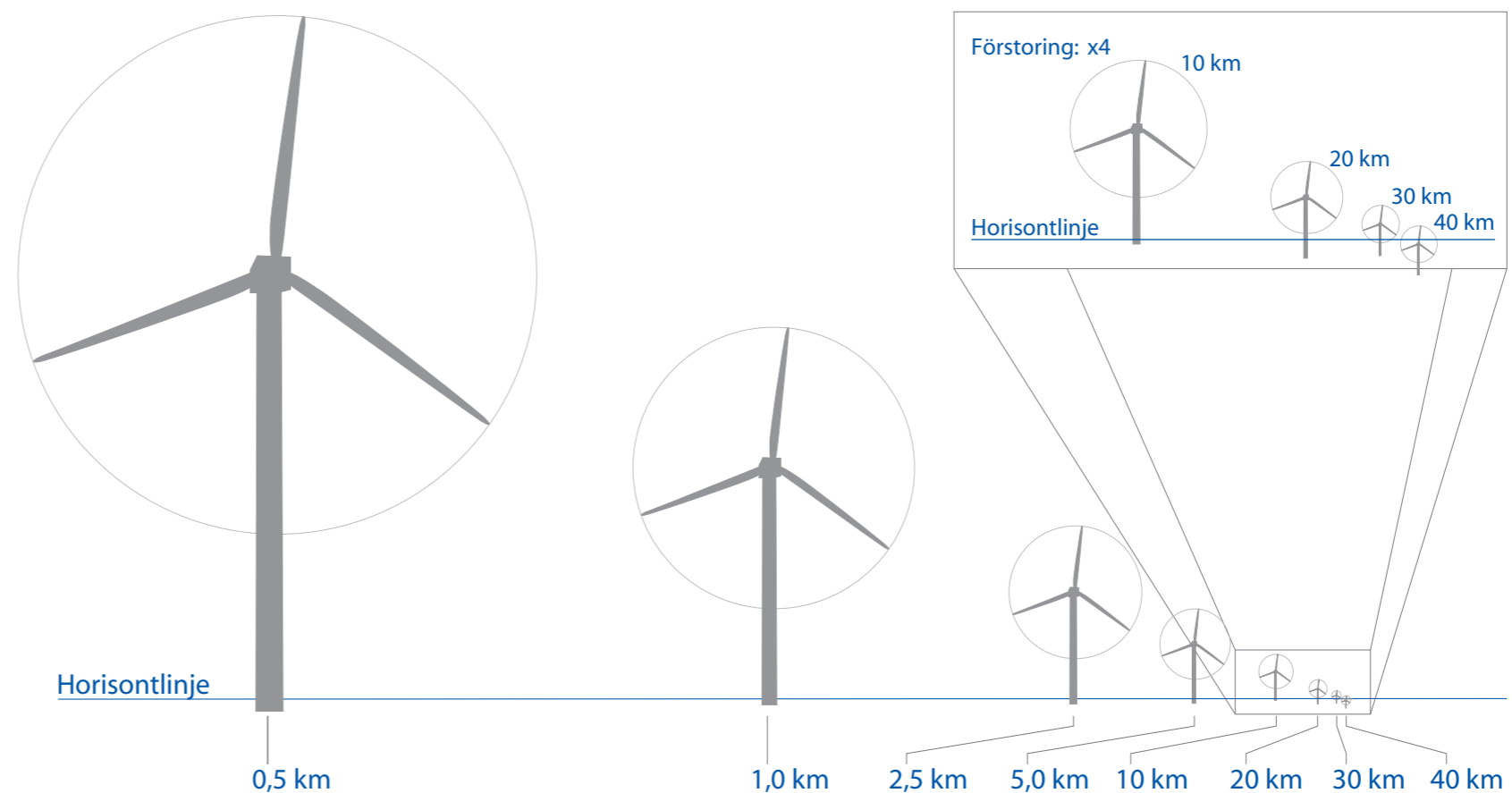
Den visuella påverkan av vindkraftverk på landskapet blir däremot större, då flera vindkraftverk ligger nära varandra och kan läsas ihop till större grupper. Beroende på synbarhet kan det då vara aktuellt att försöka hitta en parkutformning som inte stör harmonin och balansen i det omgivande landskapet.

En enkelt uppfattad geometri, exempelvis i form av räta rader, båglinjer eller raster är ofta att föredra vid utformningen av en vindkraftpark. Geometrin medför att gruppen upplevs som en sammanhållen enhet och skapar en känsla av ordning. Ordning bidrar i sin tur ofta till att den totala påverkan upplevs som mindre än om den inte hade funnits.

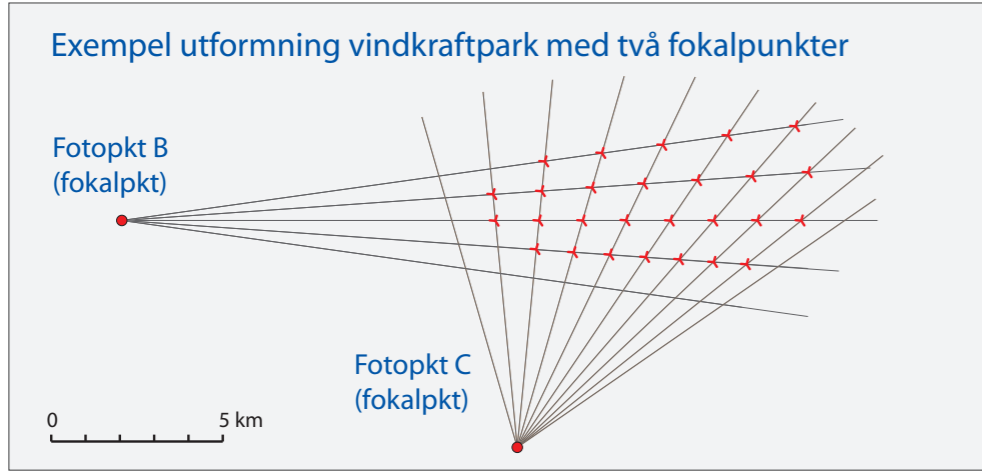
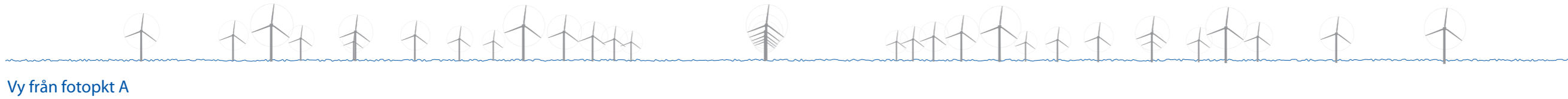
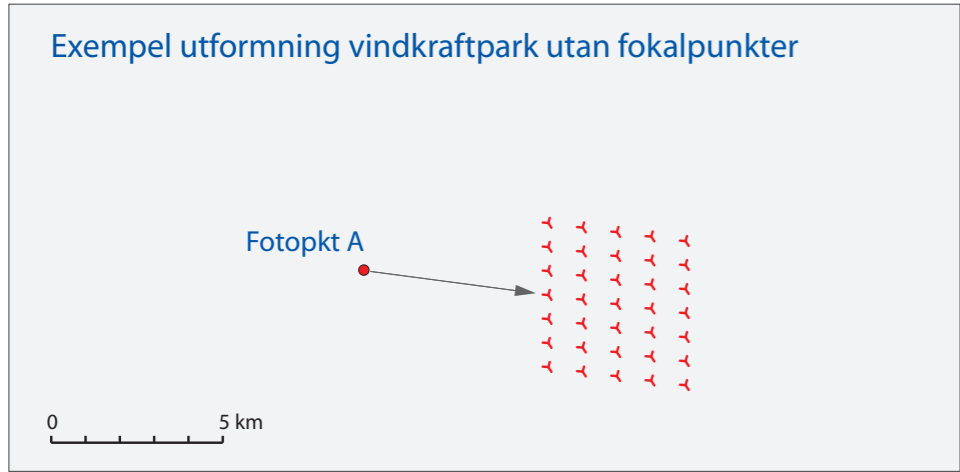
En djup rasterformation som parallelogramformationen i övre delen av figur 2.2:19, visar dock på att upplevelsen av gruppen kan uppfattas som harmonisk eller disharmonisk beroende på betraktelsepunkt. Exemplet visar att graden av oordning ökar ju längre ut i kanterna av betraktarens synfält som raderna av vindkraftverk befinner sig. Blandningen av ordning och upplevd oordning kan upplevas som störande för helhetsintrycket av vindkraftparken.

Ett sätt att skapa större ordning och harmoni kan vara att bygga verken så att de konvergerar mot en bestämd betraktelsepunkt, en så kallad fokuspunkt. Från denna punkt uppfattas samtliga verk såsom stående i räta rader. Nedre delen av figur 2.2:19 visar ett exempel på en parklayout där två fokuspunkter nyttjats.

Eftersom det inte går att utforma parken så att den konvergerar mot alla betraktelsepunkter, har metoden begränsad användbarhet. En annan form av visuell harmoni går att uppnå genom att helt försöka undvika radfenomenet. Vindkraftparken planeras i stället så att gruppen i sin helhet upplevs som slumpmässigt jämnt spridd.



Figur 2.2:18 Uppfattning av vindkraftverk på olika avstånd. Tornhöjden är i detta exempel 90 m, rotordiametern 126 m. Från och med avståndet 10 km börjar tornet försvinna bakom horisontlinjen.



Figur 2.2:19 Exempel på utformning av vindkraftparker med regelbunden rasterinformation eller utifrån fokalpunkter.