



Nordisk råd



UMHVERFIS- OG
AUÐLINDARÁÐUNEYTIÐ

**Ministeriet for miljø
og naturressourcer**

Skuggasundi 1 101 Reykjavík Island
tel.: + (354) 545 8600 postur@environment.is
environment.is

Reykjavík 4. december 2019
Reference: UMH19010033/816-0

Emne: Skriftligt spørgsmål E12/2019 - Stillet af Anders Krogborg (S) - Til de nordiske regeringer

- Anderkender man, at der er en udfordring med genanvendelsen vedrørende vindmøllevinger? Hvilke erfaringer har man med at genanvende vindmøllevinger? Hvordan kan det sikres, at de ikke ender deres dage på kæmpestore "gravpladser"?
- Hvordan understøtter de nordiske regeringer, at det er genanvendelige materialer, som forefindes i vindmøllevinger?
- Kan man se et potentiale i jobskabelse og nye arbejdspladser, hvis genanvendelseskæden i forhold til vindmøllevinger bliver mere udbredt?
- Er der andre grønne energikilder, hvor I mener, at der bør være et større fokus på cirkulær økonomi og en miljøgevinst for samfundet?

Danmark

Energistyrelsen har i 2019 lavet en beregning af den forventede nedtagelse af gamle landvindmøller, der er opstillet til og med 2007. Af de eksisterende ca. 4.200 landvindmøller i Danmark forventes der at være under 800 tilbage i 2030 (ekskl. husstandsvindmøller). Det forventes således, at ca. 3.400 landvindmøller vil blive taget ud af drift frem mod 2030. Sideløbende forventes der dog, at med nedtagningen af gamle vindmøller vil der blive opstillet nye, mere effektive vindmøller. Nogle vindmøller vil blive nedtaget, fordi det ikke længere kan betale sig at holde dem i drift, mens andre nedtages for at gøre plads til nye vindmøller.

Når vindmøller nedtages, genanvendes stort set alle elementer i dem. På nuværende tidspunkt er det dog en udfordring ift. genanvendelse af vindmøllevinger, at der er begrænsede genbrugsmuligheder for de kompositmaterialer (glasfiber), som en stor del af vingerne består af. Hertil skal det dog bemærkes, at vingerne kun udgør en meget begrænset andel af vindmøllers samlede vægt. For eksempel udgør vingerne på en Vestas-vindmølle af typen V82 onshore kun 4 pct. af denne vindmølletypes samlede vægt.

Vingerne fra nedtagne vindmøller bliver ofte genbrugt på nye vindmøller. Det sker i de tilfælde, hvor det vurderes, at vingerne fortsat er funktionsdygtige og har en tilstrækkelig resterende levetid. Hermed forlænges levetiden på mange vindmøllevinger. I andre tilfælde ender vingerne fra nedtagne vindmøller på forbrændingsanlæg. Dette kan dog være problematisk grundet den høje andel af glasfiber i vingerne

De tre primære affaldsfraktioner fra udtjente vindmøller er metal fra tårne og møllehuse, beton fra fundamenter og glasfiber fra vindmøllevingerne.

Vindmølleindustrien har i en opgørelse fra 2016 oplyst, at mange af de møller, der tages ned i disse år i Danmark, eksporteres og genopstilles i udlandet. Det er ikke muligt at sige, hvor mange vinger der eksporteres til genbrug, men det bedste skøn i 2016 var, at ca. 50 pct. på daværende tidspunkt blev eksporteret eller gemt til reservelager, da der ikke længere laves reservedele til de gamle møller.

Flere lande i Europa sælger vindmøller til genbrug til især Østeuropa, Latinamerika og Afrika. Fordelen for køber er især en lavere pris og hurtigere levering sammenlignet med køb af nyproducerede vindmøller.

I Danmark er der etableret effektive markeder for både omsmeltet metal og nyttiggjort beton, som erstatning for grus, hvorfor disse affaldsfraktioner fra det resterende vindmølleaffald må forventes at blive bortskaffet til henholdsvis genanvendelse og nyttiggørelse.

De vinger, der ikke eksporteres eller oplagres til reservedele, bliver håndteret på flere måder. De kan enten blive neddelte og forbrændt i kraftvarmeanlæg eller medforbrændt i cementovn. Markedet for medforbrænding i cementovn er dog begrænset i Danmark. I mindre omfang bliver vingerne deponeret eller genanvendt.

Der er over de seneste 10 år arbejdet på at udvikle metoder til nyttiggørelse af vingerne på forskellige måder. Bl.a. er der gennem det miljøteknologiske udviklings- og demonstrationsprogram (MUDP) givet støtte til 5 projekter, der har haft fokus på genanvendelse af udtjente vindmøllevinger eksempelvis støjskærme. En af de store udfordringer i nyttiggørelsen af vingerne er vingerenes størrelse, som gør dem logistisk vanskelige at håndtere. Neddeling af vingerne og produktion af et ensartet materiale, der kan arbejdes videre med, har derfor bl.a. været undersøgt i flere projekter:

Miljøprojekt nr. 1455, 2012, "Genanvendelse af glasfibermaterialer"

Miljøprojekt nr. 1551, 2014 "RecyBlade"

Miljøprojekt nr. 1819, 2015, "Kompositprofiler af genanvendte glasfibre"

Miljøprojekt nr. 1890, oktober 2016, "Pilotproduktion af støjskærme af genanvendt glasfiber"

Miljøprojekt nr. 2029 juli, 2018, Fra affald til miljørigtig råvare, vindmøller kan genbruges i ny glasfiberproduktion.

Frem til nu har produktionen af støjskærme på baggrund af mekanisk neddelte vinger været et af de mere succesrige projekter og ved dekommissioneringen (nedtagningen) af verdens første vindmøllepark, Vindeby på Lolland, blev vindmøllevingerne afsat til virksomheden Miljøskærm, som genanvender det nedknuste glasfiber i netop støjskærme og blandt andet står bag Miljøprojekt nr. 1890, oktober 2016, "Pilotproduktion af støjskærme af genanvendt glasfiber".

På nuværende tidspunkt forskes der i, hvordan genanvendelsen af vinger fra vindmøller kan forbedres. Det er blandt andet tilfældet i forskningsprojektet DreamWind, som er et 4-årigt projekt, der er blevet til i samarbejde mellem Vestas, Århus Universitet og Teknologisk Institut med støttemidler fra Innovationsfonden. DreamWind forsøger at løse problemet med genanvendelse af vindmøllevinger ved at finde nye veje til fremstilling af genanvendelige kompositmaterialer til vindmøllevinger. Projektet skal ligeledes bidrage til at sikre, at genanvendte materialer kan bruges ved fremstilling af nye vinger.

Finland

I Finland har vindkraftverk byggs i større skala bara undan 2010-talet och problemet är därför inte för tillfället akut. På längre sikt, och särskilt med tanke på att vindkraftsindustrin förväntas expandera avsevärt under de kommande decennierna, har återanvändning och hanteringen av rotorblad ändå identifierats som ett problem både av vindkraftsbranschen och av myndigheterna.

Miljöministeriet har 2018 utfärdat anvisningar för tillämpning av förbudet mot deponi av organiskt avfall. I anvisningarna konstateras att olika typer av kompositmaterial som t.ex. glasfiber är ett problem med tanke på återvinning, och att vindkraftverkens rotorblad är ett exempel på sådant material. I Finland kunde kompositavfall som uppkommer vid själva processen eller tillverkningen av olika produkter omhändertas genom förbränning i cementugnar. Ur bruk tagna produkter som innehåller kompositmaterial är däremot mycket svåra att återvinna i ugnar, bl.a. till följd av orenheter i avfallet och av processtekniska orsaker. Förutom vindkraftsindustrin producerar t.ex. båtindustrin produkter inom denna kategori.

Återvinning av kompositmaterial, dvs. material som innehåller olika typer av plaster, trä, glas etc. är ett problem som uppmärksammats globalt. I ett utvecklings- och forskningsprojekt finansierat av Europeiska Unionen (ECOBULK <https://www.ecobulk.eu>) har ett flertal aktörer inom branschen sedan 2017 utbytt erfarenheter och utvecklat olika lösningar för hantering av kompositmaterial inklusive glasfiber. I projektet deltar även ett finländskt företag (Conencor Oy), som har goda erfarenheter av produktutveckling och produktion av nya produkter som baserar sig på tillvaratagande av kompositmaterial - för en utförligare beskrivning, se <http://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/lapojen-uusi-elama.html> (på finska).

En effektiv återvinning av kompositmaterial kräver ännu mycket forsknings- och utvecklingsarbete, men kunde sannolikt på längre sikt innebära positiva effekter på sysselsättningen.

Möjligheterna att återvinna kompositmaterial i båtar diskuteras för tillfället också inom HELCOM.

Island

99.9% af Islands energiproduktion kommer fra fornybare energikilder, fordelt som følger: hydro 71.04%, geotermi 28.91% og vind 0,04%. I 2012 blev der i den sydlige del af Island sat op to vindmøller som et eksperiment og året efter blev de koblet til el-nettet. Eksperimentet går ikke mindst ud på at undersøge lønsomheden af driften af vindmøller under ekstreme vejrforhold som forekommer tit i Island. Udover disse to vindmøller har man senere sat op 3 yderligere andre steder i landet. Såvidt har eksperimentet vist at vindmøller har et potentiale for at kunne ompletteren el-produktionen i Island. Nu for tiden foregår der undersøgelser af vejr- og vindforhold flere steder i landet og flere investorer både i Island og udlandet har vist interesse for at investere i vindenergi i Island.

Da de ialt 5 vindmøller i Island er forholdsvis nye og vindenergi endnu på forsøgsstadiet er spørgsmålet om håndtering af affald fra vindmøllevinger endnu ikke aktuelt. Med stigende efterspørgsel efter energi vurderes vindenergi for at kunne være en vigtig komplettering til de energikilder som man hidtils har udnyttet. Derfor forventer man, at Island i fremtiden vil have samme udfordringer som de lande som allerede har vindmølleparker. I den sammenhæng forventer man at Island vil kunne drage nytte af de erfaringer man har gjort i forhold til håndtering af affald fra vindmøllevinger i de øvrige nordiske lande, bl. a. flere projekter som nævnes i vedlagte svar fra de øvrige lande.

Norge

Myndighetene ser utfordringen med nye, voksende avfallsstrømmer, og mener at disse må sikres best mulig behandling. Det vil derfor være aktuelt å utrede muligheter for behandling, inkludert ombruk og materialgjenvinning, av denne avfallstypen fremover. Det vil være lite

hensiktsmessig om materialene ikke kan håndteres på annen måte enn deponi. Det kan være aktuelt med et nordisk samarbeidsprosjekt om denne avfallsstrømmen, f. eks. gjennom den nordiske arbeidsgruppe for sirkulær økonomi.

Vindmøller er så vidt vi vet komposittmaterialer, som likner på materialer i mange fritidsbåter, men materialene i vindmøllevinger er muligens av høyere kvalitet. Når det gjelder sjeldne jordarter så er det neoduminium-magneter i vindmøllene, men det fremstår ikke klart om disse er tenkt inkludert siden det står vindmøllevinger i tittelen? Om dette også er tenkt inkludert, så er dette en jordart som bør utnyttes. Norge har ikke vurdert hvilke behov det er for tiltak og virkemidler for å utnytte ressurser i vindmøller/vindmøllevinger, men det er absolutt en avfallstype som vil oppstå i Norge i framtiden også - så et prosjekt som kan bidra til en infrastruktur for slikt avfall er absolutt av interesse for Norge. På spørsmål om arbeidsplasser så er det for tidlig å si noe om, men vil være viktig å se på som en av mange komponenter i det videre arbeidet.

Sverige

– Anerkender man, at der er en udfordring med genanvendelsen vedrørende vindmøllevinger? Hvilke erfaringer har man med at genanvende vindmøllevinger? Hvordan kan det sikres, at de ikke ender deres dage på kæmpestore ”gravpladser”?

Frågan är om vi ser att det finns en utmaning med återvinning av blad från vindkraftverk och vilka erfarenheter vi har av detta? Hur kan vi säkerställa att de inte hamnar på stora ”gravplatser”?

Sverige ser att detta är en utmaning, liksom för andra typer av återvinning både med och utan speciella förutsättningar. Här kan det finnas problematik med storlek och stora tidsspann mellan tillfällen för återvinning. Dock gäller generell avfallslagstiftning och enligt denna ska man följa avfallshierarkin.

Energimyndigheten har 2016 tagit fram en vägledning om nedmontering av vindkraftverk (bifogas) där både återanvändning, reparation och återvinning tas upp. Energimyndigheten har också tagit fram en förstudie (2016) om återbruk och återvinning av vindkraftverk där syftet var att få insyn i den forskning och teknikutveckling som pågår samt vilka möjligheter som finns för återanvändning, återvinning och generationsväxlingar av vindkraftverk på samma plats (bifogas). I denna konstaterar man att frågor om återanvändning och återvinning av vindkraft samt flera generationer vindkraft på samma plats ännu inte är särskilt aktuella i Sverige. Flera av de svenska länen är i den fas där första generationens vindkraft just håller på att byggas ut. Frågorna tenderar till att vara något mer aktuella i de södra länen där vindkraftutbyggnaden startade tidigt, samt för akademien där vissa forskningsprojekt pågår.

– Hvordan understøtter de nordiske regeringer, at det er genanvendelige materialer, som forefindes i vindmøllevinger?

Frågan är om hur vi stöder att det är återvinningsbart material som finns i vindkraftverkens vingar?

Det är möjligt att söka forskningsmedel på energiområdet hos Energimyndigheten. Enligt vad vi har erfart så har just återvinning av vindkraftverk inte varit i fokus, men i projektdatabasen finns exempel, t.ex. ett projekt om kemisk återvinning av glasfiberkomposit från vindturbinblad. I Sverige finns ingen lagstiftning som kräver att någon produkt ska innehålla en viss andel återvunnet material. När engångsplastdirektivet ska genomföras så kommer den frågan att bli aktuell att titta på för återvunnen plast i dryckesflaskor.

– Kan man se et potentiale i jobskabelse og nye arbejdspladser, hvis genanvendelseskæden i forhold til vindmøllevinger bliver mere udbredt?

Frågan är om vi kan se en potential i jobbskapande och nya arbetstillfällen om återvinningen på området ökar?

Detta är inget som gjorts några studier kring, men det kan självfallet skapa nya jobb inom återvinning om återvinningen av vindkraftsblad ökar.

– Er der andre grønne energikilder, hvor I mener, at der bør være et større fokus på cirkulær økonomi og en miljøgevinst for samfundet?

Frågan är om det finns andra gröna energikällor där vi tycker att det borde vara ett större fokus på cirkulär ekonomi och en miljömässig vinst för samhället?

Sverige har inte tagit ställning till att vissa energikällor borde prioriteras framför andra när det gäller cirkulär ekonomi och återvinning. Dock finns det flera energikällor där det kan finnas komplicerande faktorer som gör att det både skulle kunna ge en större miljömässig vinst och där det skulle kunna finnas anledning att lägga ett större fokus. Exempel på detta skulle kunna vara solceller och batterier.

Med venlig hilsen,
på vegne af de nordiske miljø- og klimaministere



Guðmundur Ingi Guðbrandsson
Minister for miljø og naturressourcer

Bilag: Fra Sverige: Återbruk och återvinning av vindkraftverk
Fra Sverige: Vägledning om nedmontering av vindkraftverk

Vägledning om nedmontering av vindkraftverk

på land och till havs

*Efterbehandling, ekonomisk
säkerhet, lagstiftning, tillsyn
och slutbesiktning.*



Publikationer utgivna av Energimyndigheten kan beställas eller laddas ner via www.energimyndigheten.se eller beställas genom att skicka e-post till energimyndigheten@arkitektkopia.se eller per fax: 08-505 933 99.

© Statens energimyndighet

ET 2016:11

ISSN 1404-3343

September 2016

Upplaga: 200

Grafisk form: Energimyndigheten

Tryck: Arkitektkopia, Bromma

Omslagsbild: Vattenfall Vind Sverige AB

Förord

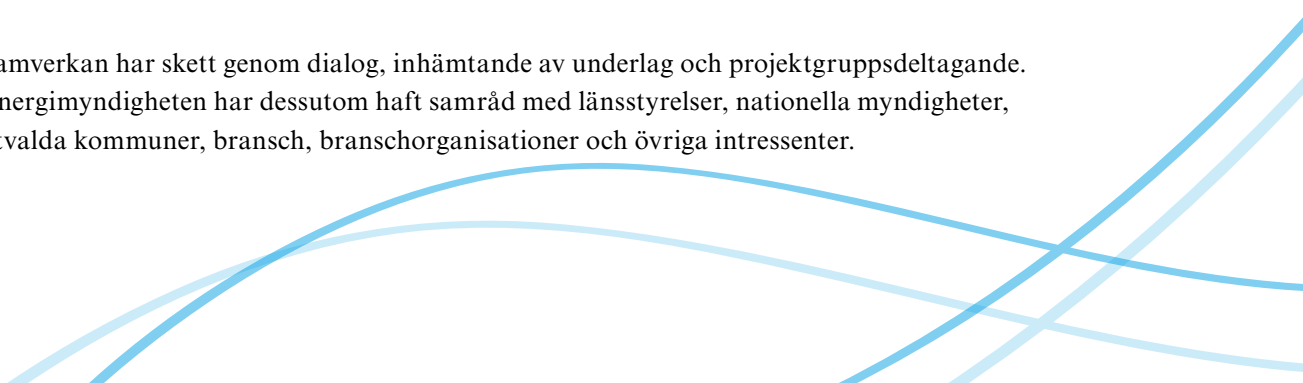
Vad gäller egentligen när vindkraftverk ska monteras ned? Hur kan mark eller havs- och sjöbotten komma att efterbehandlas, vilka tillstånd behövs för olika moment, vem står för kostnaden och hur hanteras den ekonomiska säkerheten? Även om nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen ligger långt fram i tiden vid ansökan om etablering av vindkraft bör dessa frågor beaktas tidigt i planeringen.

Energimyndigheten och Naturvårdsverket har tagit fram denna vägledning i samverkan med flera olika myndigheter som har del i frågor som rör nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen.

Samverkan har skett med:

- Sveriges geologiska undersökning
- Transportstyrelsen
- Sjöfartsverket
- Havs- och vattenmyndigheten
- Energimarknadsinspektionen
- Kustbevakningen
- Försvarsmakten
- Luftfartsverket
- Trafikverket
- Länsstyrelsen på Gotland
- Gotlands kommun
- Karlskrona kommun
- Svensk vindenergi
- Svensk vindkraftförening
- Vattenfall Vind AB
- Skellefteåkraft AB
- Arise Vind AB
- WPD Scandinavia AB
- Nordisk vindkraft AB
- E.ON Vind AB
- Svevind AB
- Flodman Energi AB
- ENERCON GmbH – Sweden

Samverkan har skett genom dialog, inhämtande av underlag och projektgruppsdeltagande. Energimyndigheten har dessutom haft samråd med länsstyrelser, nationella myndigheter, utvalda kommuner, bransch, branschorganisationer och övriga intressenter.



Läsanvisning

Vägledningen består av fem huvudavsnitt, det första med bakgrundsbeskrivningar av gällande lagstiftning och vem som ska göras ansvarig för efterbehandling. Sedan följer avsnitt med delar om vad som kan göras inför en tillståndsprövning, inför nedmontering samt vid och efter nedmontering. Avsnitten inleds med generella beskrivningar för all vindkraft. När skillnader finns mellan land- och havsbaserad vindkraft klargörs det i avsnitten, även när det gäller anmälningspliktig vindkraft. Skillnad görs till viss del mellan den vindkraft som etableras inom svenskt vatten respektive inom svensk ekonomisk zon då lagstiftningen skiljer sig åt för dessa anläggningar.

I begreppet havsbaserad vindkraft ingår även vindkraft i insjöar, det vill säga all den vindkraft som regleras enligt 11 kap. miljöbalken samt enligt lagen om Sveriges ekonomiska zon.

Vägledningen ger rekommendationer och utgör inte nya bestämmelser. Vad som bör ingå i miljökonsekvensbeskrivning och efterbehandlingsplan, utöver vad som krävs enligt miljöbalken, har utformats som en checklista.



Bild: Jessicka Strandell

Innehåll

Sammanfattning	8
1 Bakgrund	10
1.1 Inledning	10
1.2 Syfte och målgrupp	10
1.2.1 Avgränsning	10
1.3 Lagar, förordningar och föreskrifter	11
1.3.1 Allmänt	11
1.3.2 Ekonomisk säkerhet	12
1.3.3 Anmälningspliktig vindkraft	14
1.4 Vem är ansvarig för efterbehandling	15
2 I planeringsskedet och prövningsprocessen	17
2.1 Villkor om efterbehandling, säkerhetens belopp och avsättning av ekonomisk säkerhet....	17
2.2 Miljökonsekvensbeskrivningen	18
2.3 Efterbehandlingsgrad	20
2.3.1 Landbaserad vindkraft	20
2.3.2 Anmälningspliktig vindkraft	21
2.3.3 Havsbaserad vindkraft	21
2.4 Olika former av ekonomisk säkerhet	23
2.5 Den ekonomiska säkerhetens storlek	24
2.5.1 Landbaserad vindkraft	24
2.5.2 Anmälningspliktig vindkraft	25
2.5.3 Havsbaserad vindkraft	25
2.6 Avsättning av ekonomisk säkerhet	25
3 Inför nedmontering och efterbehandling	27
3.1 Nödvändiga tillstånd/anmälan	27
3.1.1 Inlämnande av efterbehandlingsplan	27
3.1.2 Anmälan och rivningslov enligt pbl	27
3.1.3 Tillstånd/anmälan om vattenverksamhet	28
3.1.4 Efterbehandlingsplan	28
3.1.5 Anmälan om nedmontering till flyghinderdatabasen	29
3.1.6 Ansökan om transportdispens	29
3.1.7 Tillstånd/anmälan om transport och hantering av farligt avfall	29
3.1.8 Ansökan om dispens från generellt dumpningsförbud	30
3.1.9 Ansökan om indragning av sjösäkerhetsanordning	30

4	Vid nedmontering och efterbehandling	31
4.1	Nedmonteringsprocessen	31
4.1.1	Hindermarkering och hinderbelysning.....	31
4.1.2	Avlyst arbetsområde under nedmonteringen.....	31
4.1.3	Uppställningsplatser	31
4.1.4	Urkoppling av elanslutning.....	31
4.1.5	Omhändertagande av oljor och andra ämnen.....	31
4.1.6	Demontering av blad, nacell (maskinhus) och torn	32
4.1.7	Demontering av fundament	32
4.1.8	Avveckling av luftledningar, mark- och sjöförlagd kabel.....	32
4.1.9	Efterbehandling av mark- och havsbotten.....	33
4.1.10	Vägar	33
5	Efter nedmontering och efterbehandling	35
5.1	Återanvändning, försäljning av komponenter, återvinning och deponi.....	35
5.2	Tillsyn, slutbesiktning och återlämnande av ekonomisk säkerhet	36
5.2.1	Tillsyn och slutbesiktning generellt	36
5.2.2	Tillsyn och slutbesiktning till havs.....	36
5.2.3	Återlämnande av ekonomisk säkerhet	36
5.2.4	Slutbesiktning koncessionspliktigt elnät.....	36
Bilaga 1.	Roller och ansvar	37
	Prövningsmyndigheter	37
	Tillsynsmyndigheter på land och till havs.....	37
Bilaga 2.	Centrala myndigheters ansvarsområden inför/vid nedmontering.....	39
	Centrala myndigheter	39

Sammanfattning

Denna vägledning tar upp olika aspekter som är av vikt vid ansökan om tillstånd eller anmälan som har betydelse för nedmontering och efterbehandling av vindkraftverk, vid planering respektive genomförande av den framtida nedmonteringen av verken och efterbehandlingen samt vid tillsyn. Vägledningen tar upp frågor avseende nedmontering och efterbehandling både på land och i vatten.

Mark- och vattenområden ska efterbehandlas

I miljöbalken¹ regleras att mark- och vattenområden ska efterbehandlas efter att verksamhet har lagts ned. Detta krav gäller såväl för anmälningspliktiga som för tillståndspliktiga vindkraftverk som etableras på land och till havs. Det är verksamhetsutövaren som är skyldig att se till att nedmontering och efterbehandling genomförs.

Tydlighet underlättar

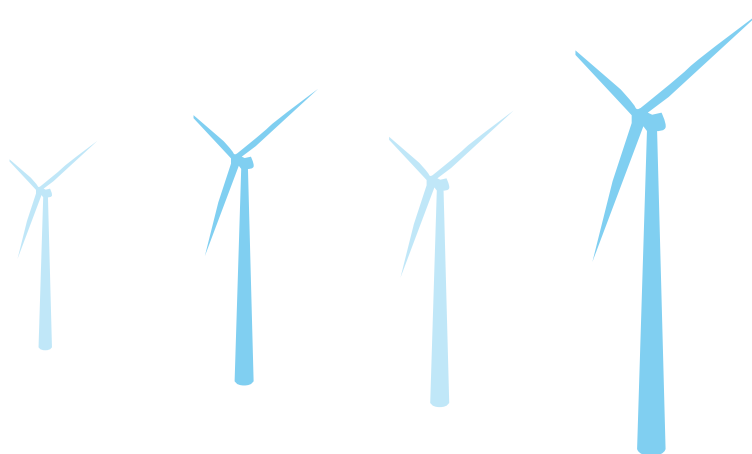
Att ange villkor gällande efterbehandling vid tillståndsansökan och göra beskrivningar i miljökonsekvensbeskrivningen underlättar vid tillsyn och för framtagande av efterbehandlingsplan.

Efterbehandlingsgrad

Efterbehandlingen bör utgå från vad mark- eller vattenområdet är tänkt att användas till i framtiden. I skogsmark respektive odlingsmark bör det finnas 50 cm respektive 1 meter jordmaterial ovan fundamentet men i nivå med omgivande mark. Till havs rekommenderas allmänt att fundamentet kapas vid botten och att erosionsskydd lämnas kvar. Under vissa förutsättningar kan det dock vara lämpligt att hela eller att delar av fundamentet lämnas kvar även ovanför botten. Viss efterbehandling av havsbotten kan behövas och sjöliggande kablar bör tas upp ur havsbotten för materialåtervinning.

Ekonomisk säkerhet

Tillstånd till vindkraftsverksamhet kan enligt miljöbalken förenas med krav på att ekonomisk säkerhet ställs. Syftet med att ställa ekonomisk säkerhet är att skapa trygghet för samhället att inte behöva stå för kostnaden för nedmontering och efterbehandling för det fall bolaget skulle gå i konkurs eller av andra skäl inte kan genomföra efterbehandlingen.



¹ Miljöbalk (1998:808), härefter miljöbalken

Säkerheten beräknas i det enskilda fallet

Säkerhetens belopp bör beräknas i det enskilda fallet där tornets höjd, rotordiameter, geografiskt läge samt hur stor del av fundamentet som verksamhetsutövaren är ålagd att ta bort är viktiga parametrar. Återvinningsvärde för exempelvis metaller bör inte ingå i denna beräkning. Den ekonomiska säkerheten bör avsättas innan anläggningsarbete för respektive vindkraftverk påbörjas.

Efterbehandlingsplan i god tid

Verksamhetsutövaren behöver kontakta flera olika myndigheter inför den planerade nedmonteringen, i synnerhet tillsynsmyndigheten som godkänner den efterbehandlingsplan som tagits fram av verksamhetsutövaren. För vindkraftetableringar på land bör efterbehandlingsplanen skickas in minst 6 månader innan nedmontering och för havsbaserade vind-

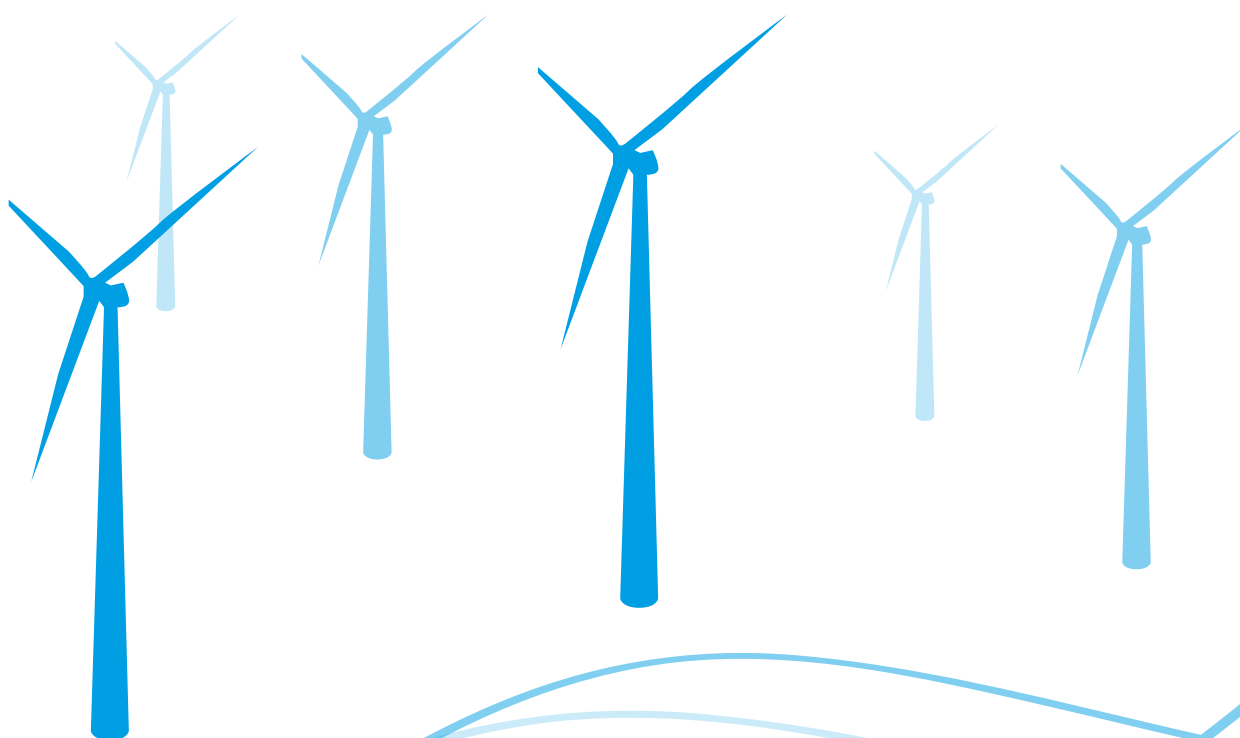
kraftverk minst 12 månader innan vindkraftsparken monteras ned. I de fall enstaka verk i en park tas ur drift, exempelvis på grund av akuta haverier, bör en anmälan göras till tillsynsmyndigheten som sedan får avgöra om nedmontering ska ske omedelbart eller om det ska ske samlat med resten av parken.

Slutbesiktning

Vid slutbesiktning kontrolleras att nedmontering och efterbehandling gjorts på ett godkänt och tillfredsställande sätt.

Ekonomisk säkerhet tillbaka

I samband med att slutbesiktningen godkänts av tillsynsmyndigheten återlämnas den ekonomiska säkerheten till verksamhetsutövaren av ansvarig länsstyrelse. Verksamhetsutövaren kan även lämpligen rapportera om nedmonteringen till Vindbrukskollen.



1 Bakgrund

1.1 Inledning

Att montera ned ett vindkraftverk eller en vindkraftpark handlar inte bara om att efterbehandla platsen utan även om resurshushållning där olika material och komponenter kan återvinnas och återanvändas. Verksamhetsutövaren har alltid ett ansvar att ta hand om material och efterbehandla mark- och vattenområden, det gäller både för tillståndspliktig och anmälningspliktig vindkraft oavsett om en ekonomisk säkerhet har ställts eller inte.

Om huvuddragen i nedmonteringen och efterbehandlingen regleras i villkor i tillståndet för verksamheten och krav på säkerhet för dessa åtaganden uppställs kan trygghet skapas för samhället. En sådan reglering underlättar även den detaljerade planeringen inför att ett vindkraftverk monteras ned och när platsen ska efterbehandlas. På samma sätt är det en fördel med utförliga beskrivningar i miljökonsekvensbeskrivningen av dessa frågor.

1.2 Syfte och målgrupp

Syftet med vägledningen är att sammanfatta tillgänglig kunskap och ge rekommendationer avseende nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen. Syftet är också att bidra till mer enhetlig och förenklad regeltillämpning. Målgruppen för denna vägledning är främst prövnings- och tillsynsmyndigheter, men även att den ska vara till stöd för verksamhetsutövare.

Roller och ansvar vid nedmontering och efterbehandling beskrivs i bilaga 1 och de centrala myndigheternas ansvar beskrivs i bilaga 2.

1.2.1 Avgränsning

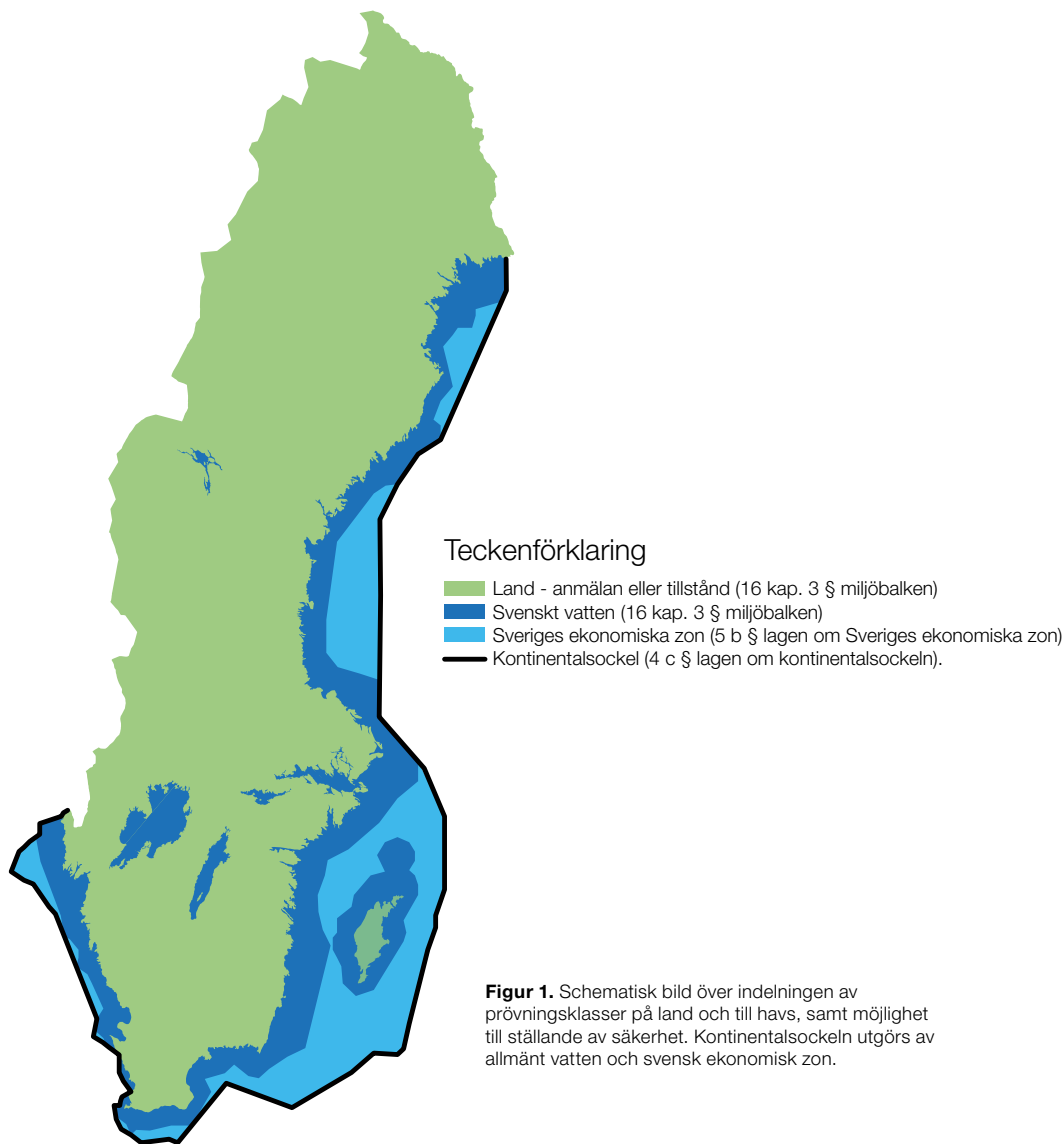
Denna vägledning hanterar nedmontering och efterbehandling av tillståndspliktig och anmälningspliktig vindkraft, det vill säga verk som inklusive rotorblad överstiger 50 meter, två verk eller fler som står tillsammans, eller ett vindkraftverk som står tillsammans med ett annat om verksamheten påbörjas efter att verksamheten med det andra vindkraftverket påbörjades. Vägledningen gäller således inte för miniverk eller gårdsverk (U-anläggningar), men kan utgöra inspiration för dessa vindkraftverk i valda delar.

Civilrättsliga avtal som ingås mellan markägare och verksamhetsutövare hanteras inte i denna vägledning.

Konkurslagstiftningen hanteras endast översiktligt i vägledningens avsnitt om vem som har ansvar för efterbehandlingen.

Utredningen i promemorian, bilaga 3, är konsultens egen och är inte ett ställningstagande från Naturvårdsverkets eller Energimyndighetens sida men har delvis legat till grund för avsnittet om former av ekonomisk säkerhet i denna vägledning. Utgångspunkten för detta PM var bland annat att utreda hur säkerheter var anpassade för att den ekonomiska säkerheten skulle kunna avsättas successivt. Praxis har ändrats gällande denna fråga sedan PM:et tagits fram då Mark- och miljööverdomstolen i två avgöranden inte godtagit successiv avsättning av ekonomisk säkerhet vid uppförande av vindkraft.²

² MÖD 6960-14 sid 66, MÖD 9473-13 sid 13



Figur 1. Schematisk bild över indelningen av provningsklasser på land och till havs, samt möjlighet till ställande av säkerhet. Kontinentalsockeln utgörs av allmänt vatten och svensk ekonomisk zon.

1.3 Lagar, förordningar och föreskrifter

Denna del inleds med en allmän beskrivning av gällande regler för tillståndspliktiga vindkraftverk på land och till havs, se figur 1. Därefter vad som gäller för anmälningspliktiga vindkraftverk.

1.3.1 Allmän beskrivning

Tillstånd för en verksamhet får ges för en begränsad tid och förenas med villkor. I villkoren regleras ofta efterbehandlingsåtgärder och ekonomisk säkerhet, och andra villkor. En miljökonsekvensbeskrivning ska ingå i en ansökan om tillstånd.

Grundläggande är att den som driver en verksamhet som omfattas av miljöbalkens tillämpningsområde alltid är skyldig att efterbehandla platsen när verksamheten lagts ned. Enligt 16 kap. 3 § miljöbalken kan tillstånd förenas med krav på att ekonomisk säkerhet ställs. Syftet med bestämmelsen är att skydda samhället från att behöva stå för kostnaden för efterbehandling i de fall då den ansvariga verksamhetsutövaren har gått i konkurs eller av någon annan anledning inte kan fullfölja sina skyldigheter. I de fallen kan en ställd säkerhet tas i anspråk.³

För verksamheter till havs inom ekonomisk zon som har tillstånd enligt lagen om Sveriges ekonomiska

³ Prop. 2006/07:95 s. 104

zon gäller 8 a § i denna lag. Enligt denna bestämmelse gäller att om ett tillstånd upphör att gälla är den som har innehaft tillståndet skyldig att ta bort anläggningar och andra inrättningar samt vidta andra åtgärder för återställning, om inte detta är obehövt från allmän eller enskild synpunkt.

För etablering i svensk ekonomisk zon får säkerhet ställas enligt 5 b § lagen om Sveriges ekonomiska zon och 4 c § i lagen om kontinentalsockeln.⁴

För vindkraft till havs krävs även tillstånd enligt kontinentalsockellagen (1966:314) för undersökning av havsbotten och nedläggning av ledningar vid vindkraftsetableringar i allmänt vatten och i den ekonomiska zonen.

1.3.2 Ekonomisk säkerhet

Genom 16 kap. 3 § miljöbalken och 5 b § lagen om Sveriges ekonomiska zon och 4 c § lagen om kontinentalsockeln ges möjlighet för prövningsmyndigheten att göra tillstånd beroende av att verksamhetsutövaren ställer säkerhet för kostnaderna för avhjälpande av miljöskada eller andra återställningsåtgärder som verksamheten kan föranleda. Staten, kommuner, landsting och kommunalförbund behöver inte ställa säkerhet.

Säkerheten ska enligt bestämmelsen godtas om den visas vara betryggande för sitt ändamål, och kan ställas efter hand enligt en plan som vid varje tid tillgodoser det aktuella behovet av säkerhet. Enligt förarbetena till miljöbalken föreligger starka skäl att meddela villkor om säkerhet om verksamheten kan förutses avslutas inom en viss tid och det kan finnas efterbehandlingsbehov.⁵

För tillståndspliktig vindkraft bör frågor som rör efterbehandling och ställande av säkerhet regleras i

tillståndet. Om frågan om ekonomisk säkerhet inte är reglerad specifikt i tillståndet eller omfattas av det allmänna villkoret, så kan dock tillsynsmyndigheten förelägga verksamhetsutövaren om efterbehandlingsåtgärder.⁶

Enligt praxis ska formen för den ekonomiska säkerheten i regel inte fastslås vid själva tillståndsgivningen. Bedömningen av om formen för den ekonomiska säkerheten är godtagbar ska istället prövas i samband med prövningen av om säkerheten är betryggande när säkerheten väl har ställts. Högsta domstolen uttalade i NJA 2011 s. 296 att tillståndsmyndigheten vid sin tillståndsgivning i allmänhet inte har anledning att bestämma vilken form säkerheten ska ha. Huruvida den form av säkerhet verksamhetsutövaren väljer är godtagbar får prövas i samband med prövningen om säkerheten är betryggande, vilket görs först sedan säkerheten ställts.⁷

Av senare praxis för vindkraftsverksamheter framgår att den ekonomiska säkerheten ska avsättas innan anläggningsarbetet påbörjas. I två avgöranden från Mark- och miljööverdomstolen framgår att den ekonomiska säkerheten alltid ska motsvara behovet av efterbehandling. Domstolen konstaterar att behovet uppkommer vid uppförande av vindkraftverken och att den ekonomiska säkerheten därför ska avsättas i sin helhet innan vindkraftverk uppförs eller anläggningsarbete påbörjas.⁸

Det finns inte någon begränsning vad gäller formen av säkerheter som kan vara godtagbara, men det måste prövas i varje enskilt fall om säkerheten är betryggande för sitt ändamål. Att en moderbolagsborgen kan vara svår att bedöma bör inte leda till att denna form av säkerhet generellt utesluts redan vid tillståndsprövningen. I ett avgörande⁹ gällande Vattenfall AB bedömde mark- och miljödomstolen att

⁴ Lag (2010:883) om kontinentalsockeln

⁵ Prop. 1997/98:45 del 2 s. 205; jfr Svea hovrätt M 2647-13 där verksamheten inte ansågs avslutas inom viss tid

⁶ 26 kap. 9 § miljöbalken

⁷ NJA 2011, s. 296.

⁸ MÖD 6960-14 sid. 66 och MÖD 9473-13 sid 13

⁹ MÖD 9916-15



Bild: Matilda Schön

moderbolagsborgen inte är en form av säkerhet som generellt kan godtas. En prövning måste istället göras i varje enskilt fall. Med åtanke till bolagets tillgångar och med hänsyn till säkerhetens belopp finns det enligt MÖD inte anledning att anta att Vattenfall inte skulle kunna infria det aktuella borgensåtagandet. MÖD konstaterar dock att moderbolagsborgen som säkerhet är mycket svår att bedöma på längre sikt.

För vindkraft som provas inom svensk ekonomisk zon och enligt lagen om kontinentalsockeln (1966:314) ska säkerhet bestå av pant, borgen eller företagshypotek och regleras fortfarande enligt 2 kap. 25 § utsökningsbalken (1981:774).

Enligt förarbetena ska storleken på säkerheten bedömas utifrån kostnaderna för återställande, men inte vara större än vad som behövs för att säkerställa att så mycket kapital som möjligt stannar hos verk-

samhetsutövaren. Säkerheten bör vara skyddad vid konkurs för att kunna tjäna syftet, och bör av samma anledning vara enkel att realisera och använda för tillsynsmyndigheten.¹⁰

Formen av säkerhet påverkar dock kostnaden för gäldenären då vissa mer betryggande former är mer kostsamma. Detta gör att formen av säkerhet bör bestämmas utifrån rådande omständigheter och förutsättningar i det enskilda fallet. En fördjupad studie av olika former av ekonomiska säkerheter återfinns i bilaga 3.

För det fall det kan antas att den ställda säkerheten inte längre är tillräcklig eller är större än vad som behövs kan villkoret om säkerhet ändras.¹¹ Enligt Högsta domstolen kan bestämmelsen användas inte bara vid ändringar av säkerhetens storlek utan även om säkerheten inte längre är betryggande eller om säkerhetens form inte längre är godtagbar. Detta oavsett

¹⁰ Proposition 2006/07:95, s. 135

¹¹ 24 kap. 5 § 1 st. 12 p. miljöbalken och om omprövning i 24 kap. 7 § miljöbalken.

om formerna för säkerheten har reglerats i villkor i tillståndet eller godkänts vid en prövning enligt 16 kap. 3 § tredje stycket.¹²

En ansökan om ändring av villkor om ekonomisk säkerhet kan göras av Naturvårdsverket, Kammarkollegiet och länsstyrelsen men inte av verksamhetsutövaren. Verksamhetsutövaren kan dock ansöka hos prövningsmyndigheten om att upphäva eller ändra vissa bestämmelser i en tillståndsdöm- eller beslut enligt 24 kap. 8 § miljöbalken. Villkor kan dock bara upphävas eller mildras om det är uppenbart att det inte längre behövs eller är strängare än nödvändigt, eller om ändringen påkallas av omständigheter som inte förutsågs när tillståndet meddelades.

Av miljööverdomstolens praxis framgår att beloppet måste indexuppräknas för att kunna vara tillräckligt vid den tidpunkt då efterbehandlingsåtgärderna ska genomföras. I det aktuella fallet användes ett antagande från länsstyrelsen om att konsumentprisindex kan beräknas öka med två procent per år.¹³

Om nedmontering och efterbehandling inte skett på ett sätt som är tillfredsställande och tillståndets giltighetstid löpt ut, behöver det finnas en viss tid under vilken efterbehandling kan ske. I ett avgörande från Miljööverdomstolen beslutades att en ekonomisk säkerhet skulle gälla två år efter tillståndstidens utgång för att vara betryggande.¹⁴

Överlåts en verksamhet ska den nya verksamhetsutövaren snarast upplysa tillsynsmyndigheten om det ändrade förhållandet enligt 32 § i förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. En ny ekonomisk säkerhet ställs av den nye verksamhetsutövaren. Den tidigare verksamhetsutövaren återfår vid överlåtelsen den tidigare ställda säkerheten. Tillståndet är knutet till vindkraftverksamheten vilket innebär att rättigheter och skyldigheter automatiskt följer med vid överlåtelsen.

1.3.3 Anmälningsskyldig vindkraft

Efter det att en anmälan enligt 9 kap. 6 § miljöbalken gjorts har tillsynsmyndigheten att bedöma vilka försiktighetsmått som bör föreskrivas för verksamheten. Sådana försiktighetsmått kan föreskrivas genom ett föreläggande enligt 26 kap. 9 § miljöbalken. Vid bestämmande av försiktighetsmått tillämpas de allmänna hänsynsreglerna i 2 kap. miljöbalken. Det finns ingen möjlighet att förelägga om ekonomisk säkerhet för anmälningsskyldiga vindkraftverk i miljöbalken.

Tillsynsmyndigheten kan förelägga verksamhetsutövaren enligt 26 kap. 9 § miljöbalken om att vidta åtgärder. Enligt försiktighetsprincipen gäller bestämmelsens krav redan då det finns skäl att anta att det finns en risk för skada eller olägenhet.

I 9 kap. 40 § plan- och bygglagen (PBL) sägs bland annat att bygglov ska innehålla de villkor som ”behövs i övrigt”. Detta ska emellertid inte tolkas som att kommunen kan uppställa vilka villkor som helst. Istället måste ett villkor ha direkt stöd i PBL eller tillhörande förordningar, främst plan- och byggförordningen. Att ange villkor i ett bygglovsbeslut med att ställa säkerhet för framtida nedmontering eller med att nedmontering och efterbehandling ska ske är inte möjligt eller förenlig med plan- och bygglagens bestämmelser.

Vad gäller *villkor* i bygglovet om att platsen för vindkraftverken ska återställas och verken nedmonteras efter det att de tagits ur drift gäller i huvudsak det samma. Kommunen kan inte ställa villkor som inte har stöd i PBL och särskilt villkor som rör framtida problem är svåröfrenliga med PBL. Som jämförelse kan inte en kommun i ett föreläggande om rivning samtidigt förelägga fastighetsägaren att frakta bort rivningsmassorna, eftersom något problem med dessa ännu inte föreligger.

¹² 24 kap. 7 § miljöbalken, samt NJA 2011 s. 296.

¹³ MÖD 2010:27.

¹⁴ Se MÖD 2010:5, gällde ekonomisk bankgaranti för en täktverksamhet.

1.4 Vem är ansvarig för efterbehandling

Verksamhetsutövare som bedrivit vindkraftsverksamhet är ansvarig för nedmontering och efterbehandling. Det saknar betydelse om verksamheten har övertagits av en ny verksamhetsutövare eller om ekonomisk säkerhet har avsatts enligt 16 kap. 3 § miljöbalken¹⁵ eller inte.

Allmänt gäller således enligt miljöbalken att den som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet ska utföra de skyddsåtgärder, iakta de begränsningar och vidta de övriga försiktighetsmått som behövs för att hindra eller motverka skada eller olägenhet för miljön eller människors hälsa (2 kap. 3 § miljöbalken). Kvarlämnade vindkraftverk, inklusive fundament, kablar, markarbeten och dylikt, kan komma att räknas som en sådan verksamhet.

Tillsynsmyndigheten har också möjlighet att förelägga verksamhetsutövaren eller annan part om efterbehandling enligt 26 kap. 9 § miljöbalken alternativt 8 a § lagen om ekonomisk zon. Förelägganden kan också ställas mot en verksamhetsutövare som inte längre driver verksamheten.

Utifrån det kunskapsläge som finns i dag är kvarlämnandet av delar av vindkraftverk i normalfallet inte sådan förorening som avses i 10 kap. i miljöbalken. Om det sker föroreningar till följd av läckage av olja, smörjmedel eller kvarlämnade av de delar som innehåller oljor och smörjmedel kan bestämmelserna i 10 kap. bli tillämpliga.

För mer detaljerad beskrivning om ansvar för efterbehandling när förorening uppstått hänvisas till Naturvårdsverkets skrift *"Efterbehandlingsansvar – en vägledning om miljöbalkens regler och rättslig praxis"*, rapport 6501 från juni 2012.



Bild: Mats Flodman

¹⁵ Alternativt 5 b § lagen om Sveriges ekonomiska zon och 4 c § lagen om kontinentalsockel.



2 I planeringsskedet och prövningsprocessen

I detta avsnitt beskrivs vad som bör ingå i tillståndsansökan när det gäller den framtida nedmonteringen av vindkraftverk och efterbehandling av platsen. Därefter följer rekommendationer gällande efterbehandlingsgrad, form av ekonomisk säkerhet och beräkning av den ekonomiska säkerhetens storlek. Beskrivningarna görs först för landbaserad och sedan för havsbaserad vindkraft.

2.1 Villkor om efterbehandling, säkerhetens belopp och avsättning av ekonomisk säkerhet

Verksamhetsutövaren bör i de villkor som föreslås beskriva hur stor del av fundamentet som kommer att tas bort på platsen då vindkraftverket monteras ned. Denna bedömning grundas på att det på så sätt blir lättare att beräkna den ekonomiska säkerhetens storlek och sedan underlätta för den detaljerade planeringen inför en nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen. Det bör även finnas villkor gällande när efterbehandlingsplan ska inlämnas till tillsynsmyndigheten. För att säkerställa att vindkraftverk som tas ur drift vid tidigare tidpunkt än avsett monteras ned och efterbehandling sker bör det även framgå i villkoren. Det finns en rimlighet i att vindkraftverk monteras ned samlat om det kan ske med hänsyn till miljö- och hälsoaspekter varför villkoren bör anpassas till detta.

Villkor kan **exempelvis** skrivas på detta sätt:

- Då vindkraftverk tas ur drift eller om elproduktion inte har bedrivits under en sammanhängande tid av 18 månader ska efterbehandlingsåtgärder vidtas av verksamhetsutövaren. Marken ska i området efterbehandlas så att minst 0,5 m jordmaterial finns ovanpå fundamentet i nivå med omgivande mark.
- I övrigt överläts enligt 22 kap. 25 § miljöbalken till tillsynsmyndigheten att meddela närmare villkor beträffande de åtgärder som behövs för att efterbehandla området, i vilken omfattning detta sker och när anläggningsarbetet ska vara avslutat.
- Då vindkraftverk tas ur drift eller om elproduktion inte har bedrivits under en sammanhängande tid av 18 månader ska efterbehandlingsåtgärder vidtas av verksamhetsutövaren. Havsbotten ska i området efterbehandlas så att fundament tas bort ned till befintlig havsbotten och eventuella erosionsskydd ska ligga kvar.
- I övrigt överläts enligt 22 kap. 25 § miljöbalken till tillsynsmyndigheten att meddela närmare villkor beträffande de åtgärder som behövs för att efterbehandla området, i vilken omfattning detta sker och när anläggningsarbetet ska vara avslutat.
- I de fall enstaka verk i en park tas ur drift tidigare ska en anmälan göras inom 6 månader till tillsynsmyndigheten.
- I de fall enstaka verk i en park tas ur drift ska tillsynsmyndigheten avgöra om nedmontering ska ske separat eller om det ska ske samlat med resten av parken. Marken ska i området efterbehandlas så att minst 0,5 m jordmaterial finns ovanpå fundamentet i nivå med omgivande mark.
- Bolaget ska ställa ekonomisk säkerhet för efterbehandlingsåtgärder som verksamheten kan föranleda till med XXX SEK. Säkerhet ska ställas innan anläggningsarbeten för respektive verk påbörjas.

- Beloppet ska indexuppräknas efter konsumentprisindex där året för driftstart utgör basår. Säkerheten ska ställas till tillsynsmyndigheten och godkännas av miljöprövningsdelegationen innan tillståndet får tas i anspråk.
- En efterbehandlingsplan ska skickas till tillsynsmyndigheten senast 6 (alternativt 12 för havsbaserade parker) månader innan vindkraftverk (enstaka eller alla) permanent tas ur bruk. Tillsynsmyndigheten ska godkänna efterbehandlingsplanen innan åtgärderna påbörjas.

2.2 Miljökonsekvensbeskrivningen

Beskrivningarna gällande nedmontering och efterbehandling bör göras för både land- och havsbaserad vindkraft i miljökonsekvensbeskrivningen. Mer detaljerade beskrivningar bör göras i samråd med tillsynsmyndighet i samband med att en efterbehandlingsplan tas fram.

Miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) bör innehålla förslag på lämpliga efterbehandlingsåtgärder för den avsedda verksamheten. Det bör framgå:

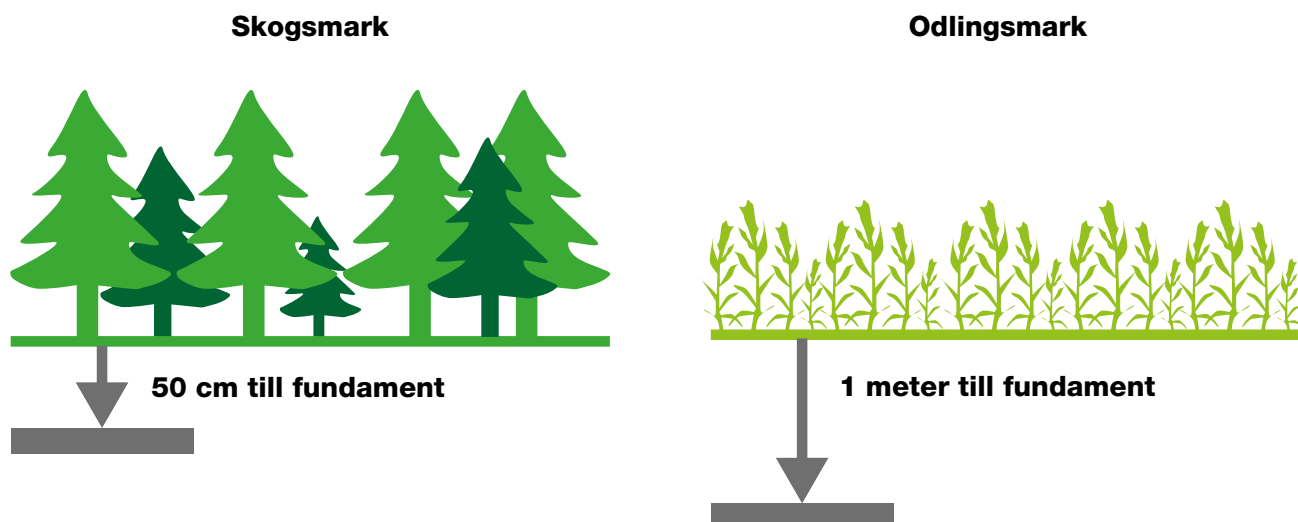
- ☒ Hur stor del av fundamentet som ska tas bort och motivering till detta.
- ☒ Hur bolaget i övrigt avser att efterbehandla mark- och vattenområdet samt tillhörande infrastruktur som exempelvis elnät (inkluderar även icke koncessionspliktigt nät) och vägar, och motivering till detta.
- ☒ Hur farligt avfall och farligt gods identifieras och omhändertas.
- ☒ Hur uppställningsplatser tas om hand.
- ☒ Hur mark- eller havsbotten kan efterbehandlas.
- ☒ Hur material och delar från vindkraftverk kan återanvändas eller återvinnas.
- ☒ Hur elinfrastruktur kan återanvändas eller återvinnas.

Vid användning av gravitationsfundament är det viktigt att visa på att betongen är fri från farliga ämnen, det vill säga miljögodkänd, för att betongen ska kunna lämnas kvar i marken.



Bild: Per Westergård





Figur 2. Illustrationen visar hur fundament i skogs- respektive odlingsmark bör efterbehandlas.

2.3 Efterbehandlingsgrad

I detta avsnitt beskrivs en rekommenderad efterbehandlingsgrad som baseras på vad marken eller vattenområdet ska användas till i framtiden fördelat på naturtyperna skogsmark, odlingsmark och för havsmiljöer. Även olika fundamentstyper redovisas, som exempelvis om det är ett gravitationsfundament, monopile eller ett bergförankrat fundament.

2.3.1 Landbaserad vindkraft

Skogsmark

Mest förekommande i Sverige idag är vindkraftetableringar inom skogsmark. För att kunna bedriva skogsbruk utan att behöva ta hänsyn till kvarlämnade betongfundament bör det finnas 50 cm jordmaterial (se figur 2), av samma slag som finns i omgivande mark, ovanpå fundamentet men i nivå med omgivande mark. För att säkra trädens vattenförsörjning bör materialet inte vara för grovt i sin textur. Sprängsten eller krossgrus kan ingå i mindre mängder. Det är en fördel, men inte nödvändigt, att organiskt material finns inblandat i den översta decimetern vid återbeskogning av tall. Används gran är detta oftast nödvändigt.

Med djupet om 50 cm bör markberedning kunna ske utan särskild hänsyn till betongfundamentet

och godkända planeringspunkter får möjlighet att skapas. Uppväxande skog får också tillräcklig förankring för sina rotsystem och blir inte instabila vid normala väderförhållanden.

En utgångspunkt i denna bedömning är att träd som kommer att växa upp på platsen för fundamentet antingen omges av lika långa eller högre träd. Därmed minskar risken med kraftig vindpåverkan som kan leda till stormfällning. Markvatten och nederbörd i form av regn och snö som smälter bör inte orsaka vattensjuka områden ovanför de tidigare fundamenten, om det finns en nedsänkning i mitten av fundamentet.¹⁶

Odlingsmark

I södra Sverige är det relativt vanligt med vindkraft etablerad inom odlingsmark. På samma sätt som för skogsmark bör odlingsmark efterbehandlas så att marken kan användas för jordbruk i framtiden. För att kunna bedriva jordbruk utan att behöva ta hänsyn till kvarlämnade betongfundament bör det finnas 1 meter jord (se figur 2), av samma slag som finns i omgivande mark, ovanpå fundamentet i nivå med omgivande mark. Detta djup bör ge en minimerad påverkan på grödan och full tillgång till vattenförrådet i marken.

¹⁶ Baserat på Skogsstyrelsens skrivelse och bedömning, 2015-03-18

Det rekommenderade efterbehandlingsgraden kan innebära vissa begränsningar då kvarvarande del av fundamentet hindrar kapillär upptransport av vatten från större djup. Effekterna av olika efterbehandlingsdjup kommer också att variera beroende av jordart. Exempelvis kan sandjord skapa liten upptransport medan lerjord kan skapa en betydande upptransport av vatten.¹⁷

Gravitationsfundament

Vid användning av gravitationsfundament är det viktigt att kunna visa på att betongen är fri från farliga ämnen, det vill säga miljögodkänd, för att betongen ska kunna lämnas kvar i marken. Bedömningen är att betongfundament i allmänhet innebär en ringa föroreningsrisk under förutsättning att halterna av miljö- och hälsofarliga ämnen är låga i betongen. En beskrivning av byggmaterial bör ingå som kan vara till stöd vid eventuell inventering av inbyggda farliga ämnen och komponenter, och som finns tillgänglig vid en framtida nedmontering av parken för tillsynsmyndigheten.

Bergförankrade fundament

Om bergförankrade vindkraftverk används bör det vara möjligt att kapa bultar och ta bort betong i nivå med berget, och sedan efterbehandla till ett så ursprungligt skick som möjligt i likhet med omgivningen. Om det på platsen har funnits och i omgivningen finns ett tunt jordtäckte bör det vara möjligt att efterbehandla på samma sätt som ovan beskrivits för det nedmonterade vindkraftverket. Vid ett generationsskifte kan dessa fundament rimligen återanvändas. Samma hantering förordas för hållmarkområden.

2.3.2 Anmälningspliktig vindkraft

Samma krav på efterbehandlingsgrad bör ställas för anmälningspliktig vindkraftverksamhet som för tillståndspliktig vindkraft på land.

2.3.3 Havsbaserad vindkraft

Utgångspunkt för den framtida efterbehandlingsgraden bör på samma sätt som på land utgå från vad vattenområdet ska användas till i framtiden. De grundprinciper som även bör eftersträvas är att den nedmonterade vindkraftsanläggningen inte ska kunna påverka efterföljande aktiviteter i vattenområdet. En generell rekommendation gällande havet är att fundament ska tas bort ned till befintlig havsbotten, dock bör eventuella erosionsskydd (sten och block i olika storlekar) ligga kvar. Denna rekommendation gäller även för mätmaster, transformatorstationer och annan tillhörande utrustning kring vindparken.

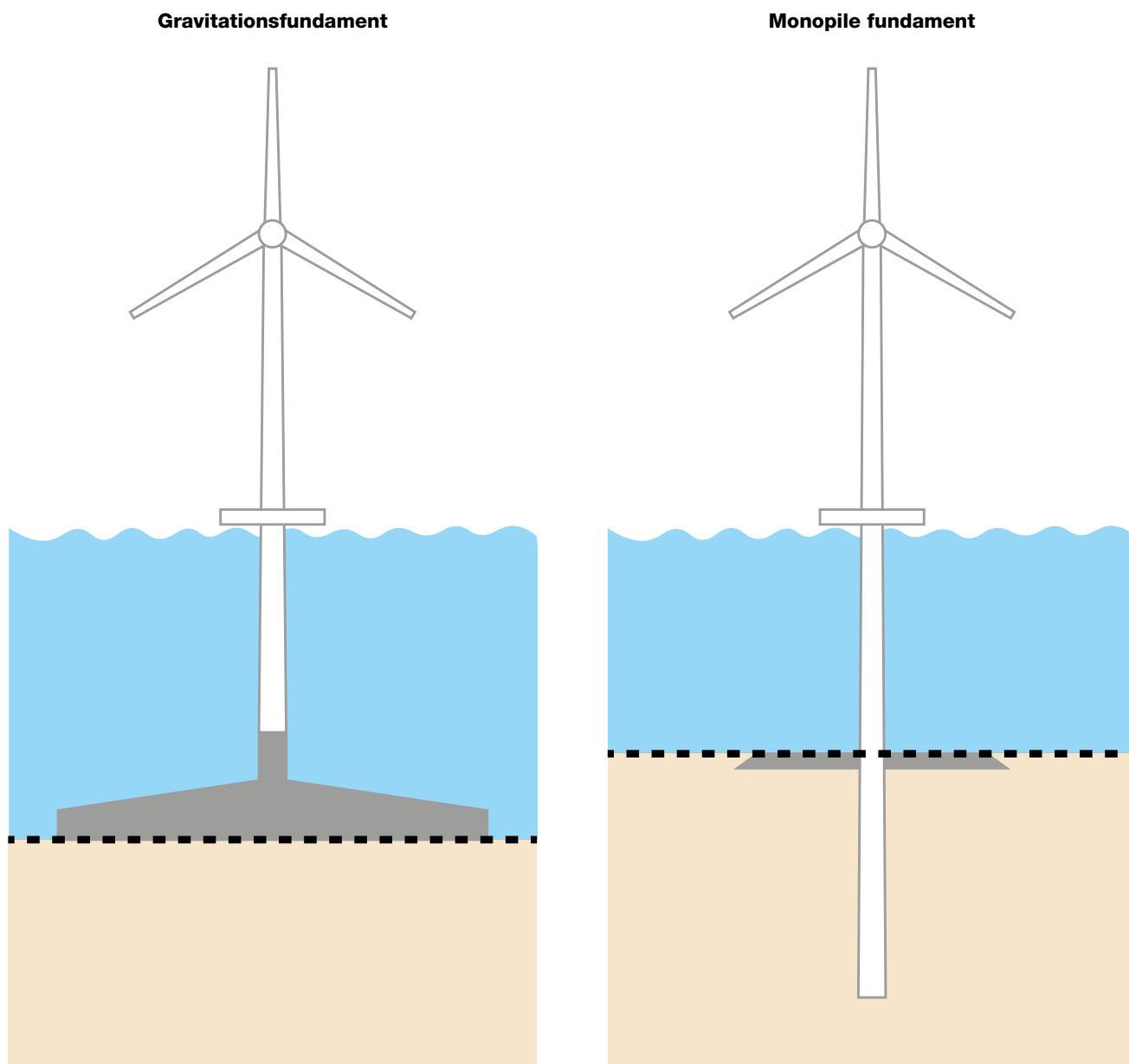
Anledningen till att erosionsskydd generellt kan lämnas kvar är att dessa liksom fundamenten koloniserar av hårbottenassocierade marina organismer vilket i allmänhet gynnar den biologiska mångfalden (så kallad rev-effekt). Om detta kan läsas mer i Vindvals rapport Vindkraftens effekter på marint liv – en syntesrapport¹⁸.

I undantagsfall kan det i finnas anledning att frånga den generella principen att ta bort fundamenten i nivå med havsbotten, för att ytterligare minimera skada på de miljöer som utvecklats. Sådana undantagsfall kan komma ifråga där fundament placerats i marina naturtyper där fundamentets rev-funktion är särskilt önskvärd ur ett ekologiskt bevarandeperspektiv.

Om större strukturer lämnas kvar enligt detta undantag är det en förutsättning att åtgärden är kompatibel med områdets användning på lång sikt. Här kan nationella och kommunala havsplaner vara vägledande. Godkänd utmärkning för sjöfart måste tillförsäkras om fundament lämnas kvar och fundament får aldrig kapas under vattnet på ett sätt som utgör en fara för sjösäkerheten. Det är även av vikt att fundament eller andra delar som tillhört vindkraftparken, och som lämnas kvar, inte utgör hinder

¹⁷ Bedömningen baseras på Jordbruksverket svar angående markdjup vid återställning av mark efter vindkraftverk, daterat 2015-04-22, dnr. 4.1.17-3515/15

¹⁸ Vindval rapport 6488. Se särskilt s 52-54 om fisk samt s 62-64 om bottenlevande djur och växter, i samband med introduktion av nytt habitat (vindkraftens fundament och erosionsskydd).



Figur 3. Illustrationen visar hur fundament till havs bör efterbehandlas. Den streckade linjen visar var fundamentet bör tas bort eller kapas.

för fiskets bedrivande. Det är också viktigt att kunna visa på att kvarlämnat material är fritt från skadliga ämnen, det vill säga att betong är miljögodkänd på samma sätt som gäller för fundament på land (se tidigare beskrivning i detta avsnitt). Kvarlämnat material måste dokumenteras och sjömätning ska ske så att informationen delges sjöfarten.

Efterbehandling med avseende på olika fundament till havs

Gravitationsfundament består av en bred fot eller kassun vid botten. se figur 3. Om denna lyfts bort vid nedmonteringen bör den nedsänkning som skapas fyllas igen med naturmaterial. Om detta inte sker kan organiskt material ansamlas i nedsänkningen varpå

syrebrist uppstår. Eventuella hål i botten som skapas av arbetsplattformarnas stödben bör också åtgärdas. Vid vissa förhållanden kan snabb återfyllnad ske naturligt genom strömmar och sedimentrörelser vilket kan motivera undantag för ovan rekommenderad efterbehandling (att försänkningar fylls igen). Sådana undantag bör inte medges om naturlig återfyllnad beräknas ta längre än cirka ett år.

Gravitationsfundament är svåra att kapa och ett eventuellt kvarlämnande innebär troligtvis att fundamenten i sin helhet lämnas på platsen. Sådana strukturer utgör då konstgjorda öar som kan förväntas bli koloniserade av sjöfågel och effekterna av detta bör beaktas om fundamenten lämnas kvar.

Monopile fundament är cylindriska i sin form hela vägen från botten till vattenytan. Dessa bör primärt kapas nära botten och eventuella håligheter (öppna stålrör) fyllas igen med naturmaterial eller förslutas, se figur 3.

Fackverksfundament och tripod-fundament utgörs av förgrenade stålrör och medför en särskilt påtaglig rev-effekt¹⁹. Om dessa fundament undantagsvis lämnas kvar kan de kapas vid den höjd över botten som anses lämplig ur ett rev-effekt perspektiv (fundament får dock aldrig kapas under vattenytan på ett sätt som utgör en fara för sjösäkerheten). Liksom i fråga om gravitationsfundament kan efterbehandling av botten krävas för att fylla igen eventuella hål i botten orsakade av fundamentets fästpunkter eller arbetsplattformarnas stödben.

Övriga fundamenttyper liknar antingen gravitations-, monopile-, eller fackverksfundament och behandlas utifrån samma principer som ovan.

Efterbehandling av sjöliggande kabel

Grundprincipen är att sjöliggande kablar bör tas bort

alternativt återanvändas vid en generationsväxling. Denna rekommendation gäller för både koncessionspliktiga som för icke koncessionspliktiga nät. I känsliga strandnära områden kan det dock finnas anledning att lämna kvar delar av landanslutande kablar för att minimera negativ påverkan på dessa naturmiljöer.

2.4 Olika former av ekonomisk säkerhet

Det finns inte någon begränsning vad gäller formen av säkerheter som kan vara godtagbara, men det måste prövas i varje enskilt fall om säkerheten är betryggande för sitt ändamål. Alla gängse former av säkerhet ska kunna godkännas om de är betryggande för sitt ändamål för vindkraft som prövas enligt miljöbalken. Vad som kan anses betryggande säkerhet för sitt ändamål avgörs i det enskilda fallet. För vindkraft som etableras inom svensk ekonomisk zon gäller fortsatt utsökningsbalkens regler.

Olika former av säkerhet passar mer eller mindre bra och lämpligheten varierar beroende på flera olika faktorer. Den ekonomiska säkerheten ska avsättas innan anläggningsarbeten för respektive verk påbörjas, den bör indexuppräknas, den ska vara betryggande och göras tillgänglig för tillsynsmyndigheten. De ekonomiska säkerheter som har undersökts fördjupat i bilagd promemoria, se bilaga 3, är:

- Pant
 - Panträtt i fast egendom
 - Panträtt i lös egendom
 - Företagshypotek
- Borgen
 - Bankgaranti
 - Moderbolagsborgen
 - Kommunal borgen
- Försäkring
- Avsättning av en skuld i balansräkning
- Stiftelse
- Fonder

¹⁹ Se Vindval rapport 5828 Miljömässig optimering av fundament för havsbaserad vindkraft

Dessa former av säkerheter och deras lämplighet i samband med vindkraftsverksamhet beskrivs mer utförligt i bilagd promemoria. Beskrivningar görs utifrån hur betryggande säkerheten är för borgenär respektive samhället, vilka kostnader säkerheten innebär för verksamhetsutövaren, möjlighet till indexuppräknning, möjlighet till successiv avsättning, säkerhetens lämplighet utifrån en varierad löptid, hantering vid byte av verksamhetsutövare och hur verksamhetsutövarens kreditutrymme bevaras.

Utgångspunkten vid framtagandet av promemorian var inte att den ekonomiska säkerheten alltid skulle avsättas i sin helhet, som nu är rådande, innan anläggningsarbetet påbörjas utan att den skulle kunna avsättas successivt. Energimyndigheten och Naturvårdsverket tar inte ställning till vilka säkerheter som är mer eller mindre lämpliga vid vindkraftsetablering. Det ankommer på verksamhetsutövaren att visa på att den ekonomiska säkerheten är betryggande för sitt syfte, och att säkerheten motsvarar det aktuella efterbehandlingsbehovet.

2.5 Den ekonomiska säkerhetens storlek

2.5.1 Landbaserad vindkraft

Under senare år (2013 till 2014) har storleken på den ekonomiska säkerheten som krävs i varje enskilt fall ökat. Variationen vad gäller beloppets storlek är stor mellan de beslut som fattats av miljöprövningsdelegationerna och varierar från 300 000 till 1,5 miljoner kronor per verk. I något län har skillnad gjorts beroende på om det är ett ståltorn eller ett hybridtorn.

Enligt den rapport som föregått denna vägledning konstateras också att den ekonomiska säkerhetens storlek varierar mellan olika tillståndsbeslut. Variationen gällande beloppets storlek är från 150 000 kronor till 1,3 miljoner kronor. Beloppen indexuppräknas efter konsumentprisindex under verkens livslängd med början vid året för driftstart. I vissa fall har beloppet bestämts för en hel vindkraftspark med liknande villkor om indexuppräknning.²⁰



Bild: Mats Flodman

²⁰ L. Aldén et al. Nedmontering av vindkraft och efterbehandling av platsen. Uppsala universitet Campus Gotland, 2014, s. 57

Storleken på den ekonomiska säkerheten bedöms i det enskilda fallet. Som grund för de beräkningar som redovisas i bolagets beräkningsmodell bör vindkraftverkets höjd och rotordiameter, det geografiska läget och hur stor del av fundamentet som ska tas bort ingå. Dessa underliggande parametrar bedöms ha stor effekt på kostnadsbilden och bör beskrivas särskilt vid redovisning av den ekonomiska säkerhetens storlek.

I beräkningsmodellen bör även

- krankostnad,
- arbetskostnad,
- kostnader för transporter,
- kostnader för borttagande av fundament och
- övrig efterbehandling av markområdet och havsbotten, redovisas särskilt.

Denna rekommendation om att ta hänsyn till vindkraftverkets höjd beror på att höjden bedöms ha större betydelse för vilka verktyg (kranar etc.) som behövs vid en nedmontering än verkets effekt. Ett lägre verk i ett högvindsläge kan ha större effekt än ett högre verk i ett lågvindsläge.

Verkets återvinningsvärde bör inte ingå i bolagets kalkyl för att ange den ekonomiska säkerhetens storlek. Metallpriserna fluktuerar mellan åren vilket gör att det är svårt att förutse det verkliga värdet i framtiden. Dessutom ger metallpriserna inte en korrekt bild av priset då återvinningscentraler även anpassar priset efter dimension samt transportavstånd²¹.

Återvinningsvärdet kan däremot räknas in i bolagets egna beräkningar av nedmontering- och efterbehandlingskostnader i sin totalbudget för framtiden.

2.5.2 Anmälningspliktig vindkraft

Det finns i dagsläget inte möjlighet att förelägga om ekonomisk säkerhet för anmälningspliktiga vindkraftverk. Däremot innehåller miljölagstiftningen som nämnts tidigare generella krav på återställande

av mark oavsett möjligheten till ställande av ekonomisk säkerhet. Tillsynsmyndigheten har möjlighet att ställa krav på försiktighetsmått med stöd av 26 kap. och 2 kap. miljöbalken.

2.5.3 Havsbaserad vindkraft

Den ekonomiska säkerheten bör vara högre till havs än för vindparker på land. För de två havsbaserade parker som redovisats i rapporten om nedmontering och efterbehandling utgör säkerheten 1,2 miljoner per verk respektive cirka 870 000 kr per verk (eller 61 miljoner för hela parken)²². Summan torde rimligen vara högre för de verk som byggs och planeras idag.

Storleken på den ekonomiska säkerheten bör likasom för landbaserad vindkraft bedömas utifrån det enskilda fallet. I fråga om havsbaserad vindkraft beror kostnaden för nedmontering och återställning i hög grad på lokaliseringsspecifika parametrar såsom kraftverkens dimensioner, tornhöjd, storlek på park, fundamentstyp och efterbehandlingsgrad. Även avstånd till kust, närhet till hamnar samt kostnader för kranar och fartyg som bör ingå i beräkningsmodellen. I övrigt bör samma parametrar som ovan angivits för landbaserad vindkraft redovisas särskilt.

2.6 Avsättning av ekonomisk säkerhet

Tidpunkten för när den ekonomiska säkerheten ska avsättas har tidigare skiljts sig åt mellan besluten hos prövningsmyndigheterna. I miljöprövningsdelegationernas tillståndsbeslut finns både exempel på att hela summan ska vara avsatt innan tillståndet tas i anspråk, eller att summan delas upp så att en del avsätts innan tillståndsbeslutet tas i anspråk och resterande delas upp och avsätts under fem till 20 år efter i anspråkstagandet av tillståndet. Vanligast idag är dock att summan ska finnas tillgänglig vid anspråkstagandet. Därefter är det näst vanligast förekommande att den ekonomiska säkerheten avsätts successivt vart 5:e år upp till år 20.²³

²¹ L. Aldén et al. Nedmontering av vindkraft och efterbehandling av platsen. Uppsala universitet Campus Gotland, 2014, s. 39-43.

²² L. Aldén et al. Nedmontering av vindkraft och efterbehandling av platsen. Uppsala universitet Campus Gotland, 2014, endast två parker ingår i underlaget, s. 58

²³ L. Aldén et al. Nedmontering av vindkraft och efterbehandling av platsen. Uppsala universitet Campus Gotland, 2014, s. 58-59.

Av senaste praxis framgår att den ekonomiska säkerheten ska avsättas innan anläggningsarbetet för respektive verk påbörjas²⁴. I mark- och miljööverdomstolens avgörande gällande vindkraftverk i Kattegatt anges att förutsättningarna för att en successiv avsättning ska kunna godkännas är att säkerheten vid varje tid kommer att motsvara den aktuella efterbehandlingskostnaden. Behovet att av att skydda samhället från att behöva stå för återställningskostnader uppkommer i detta fall redan när parken uppförs, varför en successiv uppbyggnad inte skulle garantera att säkerhet finns för vid varje tid aktuellt efterbehandlingsbehov. Mark- och miljööverdomstolen finner därför att säkerheten ska ställas i sin helhet innan anläggningsarbeten för respektive vindkraftverk påbörjas.

I ett avgörande gällande vindkraft i Halland delar mark- och miljööverdomstolen underinstansernas bedömning om att skälen för att säkerheten ska ställas innan anläggningsarbeten påbörjas är att kostnaderna för återställande skulle kunna bli aktuellt redan så snart verket har uppförts, det vill säga innan verket tas i drift.



Bild: Gettyimages / Johnny Greig

²⁴ MÖD 6960-14 och MÖD 9473-13

3 Inför nedmontering och efterbehandling

I detta avsnitt beskrivs de tillstånd som krävs och de anmälningar som behöver göras till prövnings- och tillsynsmyndigheten inför en nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen.

Det är verksamhetsutövaren som söker nödvändiga tillstånd enligt miljöbalken, plan- och bygglagen och/eller andra tillämpliga lagar innan nedmontering av vindkraftsverket påbörjas.

3.1 Nödvändiga tillstånd/anmälan

3.1.1 Inlämnande av efterbehandlingsplan

Inför den planerade nedmonteringen bör verksamhetsutövaren lämna in en efterbehandlingsplan till tillsynsmyndigheten. Detta bör göras i god tid innan verksamheten avvecklas. Rekommendationen för landbaserade vindkraft är att det bör ske minst 6 månader innan vindkraftsparken monteras ned och för havsbaserad vindkraft minst 12 månader innan nedmonteringen genomförs, se figur 4. I de fall enstaka verk i en park tas ur drift på grund av akuta haverier bör en anmälan göras till tillsynsmyndigheten som sedan får avgöra om

nedmontering ska ske omedelbart eller om det ska ske samlat med resten av parken.

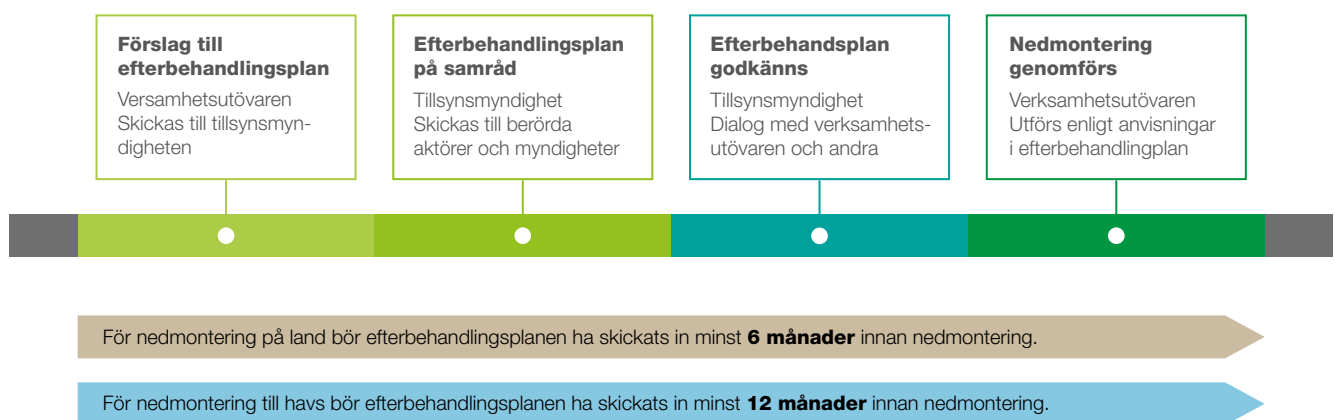
Fastställande av tidsåtgång för nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen bör lämpligen göras i samverkan mellan verksamhetsutövare och tillsynsmyndigheten då efterbehandlingsplanen godkänns och fastställs.

En fortsatt dialog mellan tillsynsmyndigheten och verksamhetsutövaren inför att själva avvecklingsarbetet startar är att rekommendera.

3.1.2 Anmälan och rivningslov enligt PBL

Vindkraftverk är inte att betrakta som byggnad enligt plan- och bygglagen (PBL) utan som en annan typ av anläggning och därmed omfattas dessa aldrig av krav på rivningslov enligt PBL. Det krävs inte någon anmälan enligt 6 kap. 5 § plan- och byggförordningen (2011:338) för dessa anläggningar.

För byggnader i anslutning till vindkraftverk kan det däremot krävas rivningslov eller anmälan.



Figur 4. Illustrationen visar processen för när efterbehandlingsplanen bör skickas in till tillsynsmyndigheten innan nedmontering.

3.1.3 Tillstånd/anmälan om vattenverksamhet

Att nedmontera vindkraftverk i havet innebär att vattenverksamhet kommer att förekomma. Då är det aktuellt att antingen ansöka om tillstånd eller göra en anmälan enligt 11 kap. miljöbalken, vilket är beroende av hur stor bottenyta som berörs. Detta är aktuellt om nedmonterings- och efterbehandlingsåtgärder inte skulle ha hanterats i tillståndet.

3.1.4 Efterbehandlingsplan

Efterbehandlingsplanen tas fram av verksamhetsutövaren i samråd med tillsynsmyndigheten, berörd kommun, berörda centrala myndigheter och vid behov med de som har angränsande fastigheter till vindkraftparken. Planen bör utformas så att det som är relevant för en miljömässigt god efterbehandling ingår.

På land och till havs kan efterbehandlingsplanen innehålla:

- ☒ En detaljerad beskrivning av hur nedmontering och efterbehandling kommer att ske vilket inkluderar:
 - Beskrivning av den framtida användningen av platsen
 - Tillvägagångssätt vid nedmontering av vindkraftverk
 - Hur borttagning av fundament kommer att ske
 - Hur hantering av massor inom verksamhetsområdet kommer att ske
 - Redogörelse för mängd och innehåll för igenfyllnadsmaterial
 - Hur/om kablar ska tas bort alternativt återanvändas på platsen
 - Hur vägar kommer att tas omhand alternativt kvarlämnas
 - Vilka områden som kommer att tas i anspråk under nedmonteringen för exempelvis uppställningsplatser och upplag
 - Hur marken/havsbotten är tänkt att efterbehandlas
 - Tiden på året då efterbehandlingsåtgärder planeras att ske
 - Hur transporter och andra bullrande aktiviteter kommer att ske (under vilka tider).
- ☒ En beskrivning av hur planerad materialåtervinning och/eller återanvändning av vindkraftkomponenter kommer att ske var det kommer att transporteras, samt hur farligt avfall och farligt gods ska identifieras och omhändertas
- ☒ Beskrivning av vilka risker och skador på hälsa och miljö som kan uppkomma.
- ☒ Beskrivning av vilka skyddsåtgärder som planeras för att minimera skada på hälsa och miljö, inklusive skyddsperioder för att undvika skada på ekologiska funktioner som exempelvis reproduktion hos förekommande djurarter.

Till havs bör efterbehandlingsplanen dessutom innehålla:

- ☒ En beskrivning av fundamentens biologiska värden samt en bedömning om hur arter och habitat i området kommer att påverkas av borttagningen av fundamentet.
- ☒ Detaljerad beskrivning av hur nedmontering och efterbehandling ska genomföras, samt vilka specifika tekniker och fartgystyper som ska användas. Det är särskilt lämpligt att beskriva hur skador från under vattensbuller, sprängningar och arbetsplattformar ska förebyggas.
- ☒ Att sjömätning av aktuell yta enligt internationell sjömätningsstandard FSIS44 kommer att genomföras. Resultat delges sjöfartsverket med kopia till Transportstyrelsen.
- ☒ Sjöfartsverket utvärderar i samverkan med Transportstyrelsen om behov finns för utmärkning för sjöfarten, i händelse om området ligger i eller nära en farled eller trafikstråk.

Energimarknadsinspektionen (EI) brukar inte kräva in någon efterbehandlingsplan i samband med att koncession meddelas. I vissa fall lyfts frågan särskilt i samband med att koncession återkallas, eftersom EI fastställer återställningsskyldigheten i samband med att en koncession upphör. Då begärs uppgifter in om vilka åtgärder som planeras och remitterar detta till berörda myndigheter och i vissa fall enskilda som kan anses berörda. Ärendet mynnar inte ut i ett godkännande av efterbehandlingsplanen utan att det i EI:s beslut fastställs vilka skyldigheter som gäller.

3.1.5 Anmälan om nedmontering till flyghinderdatabasen

När mast/vindkraftverk ska monteras ned ska blanketten "Flyghinderanmälan" med blankettnummer M7102-90067E som finns på Forsvarsmaktens hemsida användas. Det ska dock tydligt framgå att det är fråga om nedmontering.

Blanketten skickas med e-post till de adresser som anges i blanketten. När anmälan har inkommit tas objektet bort ur flyghinderdatabasen. Detta möjliggör på sikt för nya master/verk eller andra verksamheter i närområdet.

3.1.6 Ansökan om transportdispens

Vid en nedmontering kan transporter av vindkraftsdelar kräva dispens enligt trafikförordningen. Det behövs om ett fordon eller fordonståg, med eller utan last, måste vara bredare, längre eller tyngre än vad grundbestämmelserna medger, är det möjligt att ansöka om undantag (dispens) för just den transporten. I 4 kap. trafikförordningen (1998:1276) finns de bestämmelser om fordons vikt, bredd och längd som gäller i Sverige.

Vid transporter på allmänna vägar genom två eller flera kommuner söks dispens hos den region i Trafikverket där färden påbörjas. Dispensen gäller för transporter på de statliga och kommunala vägar som berörs.

Vid transporter med färd på allmänna vägar som görs inom en kommun görs ansökan hos kommunen. Dispensen gäller för transport på de statliga och kommunala vägar som berörs. Ansökan om transportdispens görs på Trafikverkets hemsida eller direkt hos berörd kommun.

Transportören ska undersöka framkomligheten på den tänkta transportvägen och kontrollera fria höjder samt plan- och profilstandard. I ansökan ska transportören bifoga ett intyg om färdväg, som ska visa att den aktuella transporten klarar angiven färdväg. Trafikverket gör därefter en bedömning av bärigheten. Det kan tilläggas att vindkraftverk bör om möjligt transporteras via närmaste hamn, därutöver att verk inte ska transporteras mer än 350 km på landsväg (fågelvägen) för att undvika stora flöden av tunga transporter på väg (undantag kan göras om det är endast 2 verk). Vid nedmontering bör samma grund för transporter gälla. Om verket segmenteras innan transport kan transport ske utan dispens och enligt bärighetsklass 1. På vägar med bärighetsklass 1 får man köra enligt de viktbestämmelser som gäller enligt 4 kap. trafikförordningen. För att få köra med tyngre last krävs undantag, en dispens och den kan även gälla undantag från bredd och längd vilket nästan alltid är fallet med vindkraftstransporter.

3.1.7 Tillstånd/anmälan om transport och hantering av farligt avfall

En anmälan om transport och hantering av farligt avfall görs till länsstyrelsen via länsstyrelsens e-tjänst. Mer information om klassning av farligt avfall finns på Naturvårdsverkets hemsida. I vissa fall kan farligt avfall även behöva hanteras som farligt gods. Det gäller exempelvis för svavelhexafluorid (SF₆). Mer information finns att läsa i broschyren "Transport av farligt gods - Väg och järnväg 2015/2016" utgiven av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

3.1.8 Ansökan om dispens från generellt dumpningsförbud

Det kan behövas en dispens från det generella dumpningsförbudet om det i samband med nedmonteringen kan bli aktuellt med kvittblivning av avfall i vatten. Muddermassor och sprängsten som uppkommit vid efterbehandling kan ses som avfall. Dumpning av avfall är förbjudet inom Sveriges sjöterritorium och ekonomiska zon enligt 15 kap. 31 § miljöbalken. Dumpningsdispenser hanteras av länsstyrelser, Havs- och vattenmyndigheten eller mark- och vattendomstolarna. För mer information se Havs- och vattenmyndighetens vägledning kring dumpning, rapport 2015:28, "Handläggning av en dumpningsdispens – vad ska man tänka på?"

3.1.9 Ansökan om indragning av sjösäkerhetsanordning

En ansökan om indragning av sjösäkerhetsanordning görs till Transportstyrelsen som tar beslut och utfärdar tillstånd gällande den tänkta indragningen av ett vindkraftverk eller en mätmast. Transportstyrelsen återkommer med tillstånd om indragning till verksamhetsutövaren efter samråd med Sjöfartsverket enligt Sjötrafikförordningen (SFS 1986:300). Ett utfärdat tillstånd är även ett underlag för Sjöfartsverket att informera sjöfarare genom en underrättelse för sjöfarare och genom att sjökort uppdateras. Formulär för ansökan om indragen sjösäkerhetsanordning finns att fylla i på Transportstyrelsens webbplats.



Bild: Gettyimages / Tina Lorient

4 Vid nedmontering och efterbehandling

I detta avsnitt presenteras de viktigaste stegen vid nedmontering kopplat till de krav som gäller enligt lagar och föreskrifter. Delarna som beskriver själva nedmonteringsprocessen är ett exempel och förfinande metoder kan utvecklas med tiden.

4.1 Nedmonteringsprocessen

4.1.1 Hindermarkering och hinderbelysning

Vindkraftverk och mätmaster med en höjd av minst 45 meter och som kan utgöra en fara för luftfarten ska utmärkas enligt Transportstyrelsens föreskrift (TSFS 2013:9). Denna hindermarkering handlar om hinderbelysning, tydlig färgmarkering på verket samt ytterligare markering på ytterligare nivåer om det gäller ett högt vindkraftverk. Under en nedmontering är det viktigt att verksamhetsutövaren kan säkerställa att ett objekt är markerat enligt föreskrift tills höjden understiger 45 meter. Transportstyrelsen kan medge undantag från föreskriften efter särskild prövning. Anmälan sker till transportstyrelsen via e-postadress: luftfart@transportstyrelsen.se

4.1.2 Avlyst arbetsområde under nedmonteringen

Vid behov upprättas ett avlyst arbetsområde i anslutning till en vindkraftpark efter särskild prövning av länsstyrelsen eller Sjöfartsverket beroende på var parken är belägen. Syftet med avlysningen är att förebygga tillbud och olyckor under nedmonteringen genom att säkerställa rörelsefriheten för berörd trafik inom respektive till/från arbetsområdet. Till havs utmärks normalt arbetsområdet med sjösäkerhetsanordningar (SSA) av typ specialmärke för att tydliggöra områdets yttre gränser för utomstående, vilket kräver tillstånd från Transportstyrelsen (TS) före etablering respektive indragning av aktuell utmärkning.

Formulär för ansökan om etablering av sjösäkerhetsanordning finns att fylla i på Transportstyrelsens webbplats.²⁵ TS uppgift under nedmonteringen är att följa händelseutvecklingen genom kontinuerlig information från verksamhetsutövaren.

4.1.3 Uppställningsplatser

Beroende av vad som beskrivs i tillståndet kan uppställningsplatser som använts vid uppförande av vindkraftverk även användas vid nedmontering. Om marken återställts under drifttiden behöver nya områden göras iordning inför nedmonteringen.

4.1.4 Urkoppling av elanslutning

Inför en nedmontering behöver elanslutningen kopplas ur.

4.1.5 Omhändertagande av oljor och andra ämnen

I maskinhuset (nacellen) finns flera olika rörliga delar som behöver smörjas och mängden olja och smörjmedel varierar beroende storlek av dessa komponenter och om det finns en växellåda eller är ett direktdrivet system. I växellådan finns olja och i vindkraftverkets bladvridningssystem och i bromssystem kan det finnas hydrauliska oljor. En möjlighet vid avveckling är att oljan och hydraulolja lämnas kvar i maskinhuset vid nedmontering som sedan fraktas till och töms vid återvinningsstationen. Då dessa oljor är i slutna system kan de rimligen hanteras mer kostnadseffektivt på detta sätt efter att maskinhuset monterats ned. Det är även möjligt att tömma oljan i växellådan, något som sker kontinuerligt vid underhåll av vindkraftverket, och bör hanteras på samma sätt vid avveckling. En metod innebär att specialkonstruerade fordon körs fram till verket och en slang lyfts

²⁵ www.transportstyrelsen.se/ssa

upp till maskinhuset. Denna fästs till växellådan och oljan pumpas ned till den behållare som finns på fordonet. Tömningen av oljor kan även ske manuellt. Beroende av storlek på växellåda varierar mängden olja i mellan 50 till 1350 liter för dagens verk. Vindkraftverket innehåller även andra material och ämnen med som kan behöva hanteras som farligt avfall och farligt gods. Däribland kylarvätska och SF₆-gas som behöver tas omhand på ett korrekt sätt vid nedmontering av verket. Det kan även finnas sällsynta jordartsmetaller som är värda att återanvända. Oljor och andra ämnen hanteras som farligt avfall uppkommet i yrkesmässig verksamhet. Vid transport behövs det som regel tillstånd om att transportera farligt avfall från länsstyrelsen.

4.1.6 Demontering av blad, nacell (maskinhus) och torn

Dagens torn har ofta en tornhöjd som överstiger 100 meter och vingarna en rotordiameter om 90 meter eller mer. Vid demontering av blad, maskinhus (nacell) och torn behövs en kran för att genomföra nedmonteringsarbetet. Tornet kan vara ett ståltorn alternativt ett hybridtorn som består av både betong och stålkomponenter. Det första steget vid nedmontering är att teknikerna förbereder tornet för nedmonteringen och att mobilkranen ställs i läge. Rotorn fästs sedan fast med linor för att fira ned den till marken. På marken eller i hamnen monteras bladen loss från navet. Nästa steg är att göra fast maskinhuset i kranen, lossa det från tornet och fira ned det på en trailer eller närliggande pråm. Sedan fästs kranen i tornet eller de olika tornsektionerna som lossas från fundamentet och lyfts ned till lastbilstrailern för frakt till ny plats eller till återvinningsstationen. För större verk kan det vara aktuellt att ett blad lossas från rotorn och lyfts ned separat, innan övriga delar lossas och lyfts ned. För vindkraftverk till havs används en pråm med stödben som stadig görs mot botten för att undvika rörelser där kranen finns placerad. Vindkraftverkets delar lyfts ned till närliggande pråm/fartyg.

4.1.7 Demontering av fundament

Det finns flera olika typer av fundament och hur de lämpligen efterbehandlas finns beskrivet i avsnittet om efterbehandlingsgrad. Fundamentet efterbehandlas genom att bottenflänsen kapas med en skärbrännare och sedan bilas fundamentet ned till lämplig nivå under marknivån. Det kan också vara aktuellt att hela fundamentet tas bort. Armering och andra ståldelar tas om hand för återvinning alternativt för återförsäljning.

4.1.8 Avveckling av luftledningar, mark- och sjöförlagd kabel

Om elnät kan lämnas kvar eller inte avgörs i det enskilda fallet i dialog med tillsynsmyndigheten. En aspekt som behöver beaktas är försiktighetsåtgärder vid borttagning av kabel i känsliga miljöer exempelvis våtmarker. Elinfrastruktur har lång livslängd och kan många gånger återanvändas vid en generationsväxling beroende på hur nätet är dimensionerat. Om den installerade effekten är högre för den nya parken kan elinfrastrukturen förstärkas vid behov. Det är skillnad i kraven om nätet är koncessionspliktigt eller inte.

En nätkoncession kan förenas med villkor till skydd för säkerhet, hälsa och miljö²⁶ samt om villkor för ställande av säkerhet för återställningsåtgärder²⁷. Om en nätkoncession upphör att gälla, är den som senast haft nätkoncessionen skyldig att ta bort ledningen med tillhörande anläggningar och vidta andra åtgärder för återställning, om det behövs från allmän eller enskild synpunkt²⁸.

I samband med att nätkoncessionen upphör ska nätmyndigheten fastställa koncessionshavarens skyldigheter enligt 2 kap. 19 § första stycket ellagen.²⁹ Om den som senast har haft nätkoncessionen inte fullgör sina skyldigheter enligt 2 kap 19 § första stycket ellagen, får nätmyndigheten förelägga om vite för att fullgöra skyldigheterna eller besluta att åtgärderna ska vidtas på koncessionshavarens

²⁶ 2 kap. 11 § ellag (1997:857) (ellagen)

²⁷ 2 kap. 11 a § ellagen

²⁸ 2 kap. 19 § st. 1 ellagen

²⁹ 2 kap 19 § st. 2 ellagen

bekostnad. Ett beslut om att åtgärderna ska vidtas på koncessionshavarens bekostnad får verkställas.³⁰ Vissa ledningar, till exempel vissa interna nät inom vindkraftsparker, är undantagna från koncessionskravet³¹. Anslutningsledningar mellan vindkraftsparken och det överliggande nätet kräver i princip alltid koncession, medan det kan vara mer oklart beträffande ledningarna inom parken.

4.1.9 Efterbehandling av mark- och havsbotten

Efterbehandling av mark eller havsbotten genomförs utifrån gällande villkor i tillståndet samt den detaljerade beskrivningen i efterbehandlingsplanen. Hur efterbehandling bör ske beskrivs i avsnitt 2.3 om efterbehandlingsgrad.

4.1.10 Vägar

Många gånger lämnas vägar kvar till förmån för annan verksamhet som skogsbruk och friluftsliv efter samråd med tillsynsmyndighet och markägare. Vägar kan även komma att återanvändas vid ett eventuellt generationsskifte då ny vindkraft etableras inom samma område. Vägar i vissa känsliga naturmiljöer kan medföra att landskapet fragmenteras och att spridning av arter försvåras och av det skälet kan det vara lämpligt att lägga igen vägar i det enskilda fallet.

Lagstiftningsmässigt finns inget krav på återställande av de enskilda vägarna om det inte framgår av beslutet från väghållningsmyndigheten³². Vid förändring av befintlig anslutning av enskild väg till allmän väg krävs beslut från väghållningsmyndigheten i enlighet med 39 § väglag (1971:948).



Bild: Gettyimages Bjorn Holland

³⁰ 2 kap 19 § st. 3 ellagen

³¹ 22 a jämte 30 §§ förordningen (2007:215) om undantag från kravet på nätkoncession enligt ellagen (1997:857) (IKN-förordningen, där IKN står för icke koncessionspliktigt nät).

³² 39 § väglagen

5 Efter nedmontering och efterbehandling

5.1 Återanvändning, försäljning av komponenter, återvinning och deponi

Att sälja vidare ett vindkraftverk efter renovering är en möjlighet som finns idag och priset är beroende av hur marknaden för begagnade vindkraftverk ser ut och på vindkraftverkets skick. För mindre verk från 225 kW upp till cirka 1 MW finns idag en andrahandsmarknad där verken efter renovering säljs vidare och monteras upp på andra platser, ofta i andra länder. Hur marknaden kommer att se ut för större verk är svårt att säga. Det har förekommit att större verk flyttats från en plats till en annan, bland annat i Tyskland och Spanien, vilket skulle kunna betyda att detta kan vara en möjlighet även för stora verk i Sverige i framtiden.

Många komponenter i ett vindkraftverk kan renoveras och säljas vidare. Det gäller de flesta delar och är beroende av hur lång livslängd komponenten har och hur länge de har använts. Det finns alltså möjlighet att återanvända rotorblad, girmekanism, växellåda, generator, maskinhus, bromsar och torn efter renovering. Efter kontakter med branschen förefaller denna form av andrahandsmarknad redan ske. Flera bolag erbjuder också ombyggnadsservice av komponenter³³.

Om inte komponenterna kan återanvändas är de flesta delar i ett vindkraftverk återvinningsbara. Komponenter i ett vindkraftverk är i huvudsak tillverkade av stål, aluminium, kompositer och glasfiber. Vissa torntyper så kallade hybridtorn består förenklat beskrivet av ett betongsegment som hålls

samman av stålvaror. Betongen i dessa kan användas till fyllnadsmassor och stålet samt koppeln kan metallåtervinnas. I vissa fall kan dessa torndelar efter inspektion och godkännande återanvändas i andra vindkraftverk.

Vid hantering av övriga installerade ämnen bör riskerna med detta uppmärksammas och vikten av att följa lagstiftningen för dessa ämnen vid överlämning och återvinning av vindkraftverk.

Rotorbladen har en komplex materialsammansättning där äldre rotorblad ofta är tillverkade av glasfiber och epoxi. Det finns flera sätt att behandla uttjänta rotorblad som inte går att återanvända men det är inte säkert att de är kostnadseffektiva.³⁴ Utveckling av rotorblad sker med större inblandning av andra material som gör att fler delar av bladen kan återvinnas i framtiden.

Fundamenten är till största del gjorda av betong. Fundamentet krossas och kan återanvändas som fyllnadsmaterial vid en generationsväxling på platsen alternativt om fundamentet kan återanvändas för fler generationer vindkraft, gäller främst bergsförankrade fundament. Armeringsjärn separeras från betongen och återvinns. Fundament till havs består ofta av stål som kan återvinnas vid en nedmontering. Fundament bestående av stål, som monopiles kan återvinnas.

Återanvändning och materialåtervinningen bör inriktas på att nedmonterings inverkan på miljön ska minimeras.

³³ L. Aldén et al. Nedmontering av vindkraft och efterbehandling av platsen. Uppsala universitet Campus Gotland, 2014, s. 38

³⁴ L. Aldén et al. Nedmontering av vindkraft och efterbehandling av platsen. Uppsala universitet Campus Gotland, 2014, sid 43-44

5.2 Tillsyn, slutbesiktning och återlämnande av ekonomisk säkerhet

5.2.1 Tillsyn och slutbesiktning generellt

Tillsynsmyndigheten utgår från de villkor som finns angivna i tillståndet och från de mer specifika detaljerna i efterbehandlingsplanen för att kontrollera att nedmontering och efterbehandling gjorts på ett godkänt och tillfredsställande sätt.

Finns inget villkor om efterbehandlingsgrad i tillståndet eller i ett anmälningsärende kan tillsynen utgå från vad som beskrivits tidigare i denna vägledning gällande efterbehandlingsgrad och i övrigt vilka krav som kan ställas i det enskilda fallet enligt miljöbalken. När nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen genomförts sker slutbesiktning.

När väl vindkraftverket monterats ned och slutbesiktningen är godkänd bör detta rapporteras till vindbrukskollen så att data om vindkraftverket tas bort från webbsidan.

5.2.2 Tillsyn och slutbesiktning till havs

Transportstyrelsen är tillsynsmyndighet bland annat för sjösäkerhetsanordningar till havs. Vid tillsyn av sjösäkerhetsanordningar (SSA) utgår Transportstyrelsen från att verksamhetsutövaren genomför kontinuerlig egenkontroll enligt utfärdade anvisningar i SSA-tillståndet och i Transportstyrelsens författningssamling 2013:9³⁵. Transportstyrelsen agerar när avvikelser kommer myndigheten tillkänna.

När en havsbaserad vindpark är avvecklad enligt utfärdade beslut, återkommer verksamhetsutövaren med rapport till myndigheten med uppgift om att aktuella vindkraftverk med tillhörande SSA är

avvecklad genom indragning. Därefter genomförs sjömätning inom berört område, i syfte för att verifiera aktuellt djup med hänsyn till kvarstående rester från bottenfundament etc. Ansökan om nödvändiga tillstånd behöver ske i god tid innan sjömätningen förväntas utföras.

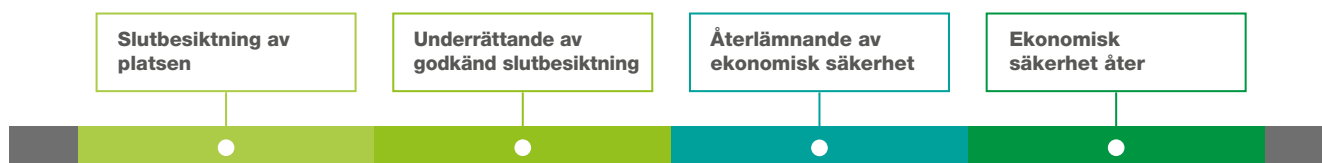
När ett vindkraftverk har avvecklats från aktuellt område till sjöss görs en kontrollsjömätning. Mätningen görs för att få klarhet i aktuellt djup efter utförd efterbehandling och genomförs enligt standard FSIS-44. Verksamhetsutövaren är skyldig att genomföra denna kontrollsjömätning efter avslutad nedläggning. Utförd kontrollsjömätning rapporteras sedan till Sjöfartsverket med kopia till Transportstyrelsen.

5.2.3 Återlämnande av ekonomisk säkerhet

När arbetet med nedmontering och efterbehandling genomförts och godkänts ska den ekonomiska säkerheten återgå till verksamhetsutövaren. Det är länsstyrelsen som förvaltar den ekonomiska säkerheten och återlämnar säkerheten till verksamhetsutövaren alternativt till banken. Återlämnandet görs efter att tillsynsmyndigheten godkänt slutbesiktningen och handlingarna inkommit till länsstyrelsen. Den praktiska hanteringen går till så att den ekonomiska säkerheten (värdehandlingen) skickas med rekommenderat brev och mottagarkvittens till verksamhetsutövaren eller till banken.

5.2.4 Slutbesiktning koncessionspliktigt elnät

Det sker normalt ingen slutbesiktning i Energimarknadsinspektionens regi när koncessionspliktigt elnät avvecklats, utan verksamhetsutövaren meddelar EI när åtgärderna är utförda. Därefter ligger det inom ramen för Energimarknadsinspektionens tillsyn att granska att åtgärderna har utförts på ett tillfredsställande sätt. Tillsynen är huvudsakligen händelsestyrd.



Figur 5. Illustrationen visar en förenklad bild av av processen vid slutbesiktning och återlämnande av ekonomisk säkerhet.

³⁵ Föreskrift om ändring i Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2010:155) om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten (omtryck)

Bilaga 1. Roller och ansvar

Prövningsmyndigheter

Miljöprövningsdelegationen (MPD) vid länsstyrelsen prövar ansökan om tillstånd enligt 9 kap. miljöbalken för vindkraftetableringar på land. MPD beslutar om villkor gällande efterbehandlingsåtgärder och om den ekonomiska säkerheten är tillräcklig samt betryggande för sitt ändamål.

Mark- och miljödomstolarna (MMD) prövar ansökan om tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken för vindkraft inom vattenområden. MMD har i övrigt samma ansvar som MPD vid länsstyrelsen.

Regeringen ansvarar för prövning av vindkraft inom svensk ekonomisk zon då dessa verksamheter kräver regeringens tillstånd. Regeringen kan även tillåtlighetspröva verksamheter som är av nationell angelägenhet. På kommunfullmäktiges begäran, ska också regeringen pröva tillåtligheten av ny vindkraftverksamhet. Tillstånd enligt lag om kontinentalsockeln lämnas av regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer.

Kommunen ansvarar för granskning av anmälan och bygglov för anmälningsskyldiga vindkraftverk, och beslutar därmed om eventuella föreläggande med krav på försiktighetsmått gällande dessa.

Energimarknadsinspektionen är prövningsmyndighet (nätmyndighet) i frågor om nätkoncession. För nätkoncessionspliktiga ledningar görs en prövning enligt reglerna i 2 kap. 6-13 §§ ellagen med tillämpning av 2-4 kap. samt 5 kap. 3 § miljöbalken.

Transportstyrelsen prövar och ger tillstånd för sjösäkerhetsanordningar (SSA). Inför en nedmontering av havsbaserad vindkraft utfärdar Transportstyrelsen

tillstånd gällande indragning av sjösäkerhetsanordningar som är placerade på vindkraftverk i syfte att underlätta upptäckt för sjöfarare i mörker eller vid nedsatt sikt. Ett utfärdat tillstånd av Transportstyrelsen är samtidigt ett underlag för Sjöfartsverkets information till sjöfarare genom en så kallade under rättelse för sjöfarare (så kallad Ufs-notis) och för att uppdatera aktuella sjökort. Likaså bevakar Transportstyrelsen i samverkan med Sjöfartsverket att aktuellt område sjömäts efter genomförd avveckling, i syfte för att kunna redovisa korrekt djupinformation i sjökort.

Tillsynsmyndigheter på land och till havs

Länsstyrelsen ansvarar för tillsynen för tillståndsskyldig vindkraft på land. Detta ansvar kan överlåtas till kommunen. Om två eller flera myndigheter har det operativa tillsynsansvaret för ett tillsynsobjekt, får myndigheterna komma överens om hur ansvaret ska fördelas, enligt 2 kap. 2 § miljötillsynsförordningen (2011:13). För vattenverksamhet i territorialhavet är länsstyrelsen ansvarig tillsynsmyndighet och inom ekonomisk zon är Kustbevakningen tillsynsmyndighet.

Kommunen ansvarar för tillsynen av anmälningsskyldig vindkraftsverksamhet, och för sådan tillståndsskyldig vindkraftsverksamhet där tillsynen överlåts av länsstyrelsen.

Energimarknadsinspektionen (EI) är tillsynsmyndighet över marknaderna för el, naturgas och fjärrvärme. EI har såsom nätmyndighet tillsyn över efterlevnaden av ellagen och av föreskrifter eller villkor som har meddelats med stöd av ellagen gällande nätkoncessionspliktiga ledningar samt att villkor i nätkoncessioner följs.

Tillsyn över villkor enligt lag (1996:314) om kontinentalsockeln utövas av Sveriges geologiska undersökningar (SGU). Sjöfartsverket, Kustbevakningen och Polismyndigheten ska på begäran av SGU biträda vid utövningen av tillsynen.

Transportstyrelsen har ansvar för bland annat tillsyn av sjösäkerhetsanordningar och hindermarkering. Verksamhetsutövaren ska underhålla säkerhetsanordningen på ett tillfredsställande sätt. Verksamhetsutövaren är även ålagd att genomföra regelbunden kontroll av sjösäkerhetsanordningar i enlighet med anvisningar i utfärdat tillstånd. Transportstyrelsen agerar normalt genom tillämpad tillsyn när avvikelser kommer myndigheten tillkänna genom till exempel allmänhetens försorg. Transportstyrelsen ansvarar även för tillståndsprövning av sjösäkerhetsanordningar inför den framtida nedmonteringen av vindkraftverk till havs.

Kustbevakningen har till uppgift att bedriva sjöövervakning och utöva räddningstjänst till sjöss inom Sveriges sjöterritorium och inom svensk ekonomisk zon. Som en del i sjöövervakningen ingår tillsyn över svensk kontinentalsockel och ekonomisk zon, bland annat till skydd för den marina miljön. Kustbevakningens tillsynsansvar vid nedmontering är inte helt tydligt beskrivet i lagstiftningen och behöver utredas närmare.

För slutbesiktningen ansvarar tillsynsmyndigheten.



Bild: Vattenfall Vind Sverige AB

Bilaga 2. Centrala myndigheters ansvarsområden inför/vid nedmontering

Centrala myndigheter

Vissa utpekade nationella myndigheter har möjlighet att delta i miljöbalksprövningar för att tillvarata de allmänna miljöintressena. Myndigheterna deltar endast i ärenden som är principiellt viktiga eller har stor betydelse inom myndighetens ansvarsområden. Deltagandet görs genom yttranden till prövningsmyndigheten och deltagande vid huvudförhandling. Myndigheterna har också rätt att överklaga meddelade tillstånd. Myndigheten kan då bl.a. framföra synpunkter om villkor för nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen och om den ekonomiska säkerhetens form och belopp. Nedan presenteras vissa av dessa myndigheter.

Energimyndigheten (EM) arbetar för ett hållbart energisystem som är tryggt, konkurrenskraftigt och har låg negativ påverkan på hälsa, miljö samt klimat. Myndigheten ska inom sitt verksamhetsområde bland annat skapa förutsättningar för en väl planerad och resurseffektiv vindkraftsutbyggnad.

Naturvårdsverket är den myndighet i Sverige som har överblick över hur miljön mår och hur miljöarbetet går. Myndigheten verkar för hållbar utbyggnad av vindkraft bland annat genom vägledning. Naturvårdsverket hanterar remisser, överprövar beslut och deltar i regeringsuppdrag om vindkraft. Naturvårdsverket har ansvar för tillsynsvägledning när det gäller miljöfarlig verksamhet enligt 9 kap. miljöbalken.

Havs- och vattenmyndigheten (HaV) är den miljömyndighet som arbetar för bevarande, restaurering och hållbart nyttjande av sjöar, hav och vattendrag. HaV hanterar remisser från andra myndigheter samt regeringen och deltar i miljöbalksprövningar av mål som rör vindkraft i sjöar och hav. HaV är tillsynsvägledande när det gäller vattenverksamheter enligt 11 kap. miljöbalken.

Sjöfartsverket har ansvar och rådighet över allmänna farleder. Myndigheten svarar för sjögeografisk information inom sitt ansvarsområde samt för samordningen av sjögeografisk information inom Sverige.

Transportstyrelsen (TS) arbetar för att uppnå god tillgänglighet, hög kvalitet, säkra och miljöanpassade transporter inom järnväg, luftfart, sjöfart och väg. Myndigheten tar fram regler, ger tillstånd och följer upp hur dessa följs genom tillsyn. Därutöver ansvarar även TS för registerhållning.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) är myndigheten för frågor om berg, jord och grundvatten i Sverige. Myndigheten har till uppgift att tillhandahålla geologisk information för samhällets behov på kort och lång sikt.

Kustbevakningen är en civil statlig myndighet som ansvarar för sjöövervakning och räddningstjänst till sjöss. I detta ansvar ingår tillsyn av miljöfarlig verksamhet inom ekonomisk zon.

Försvarsmakten i samverkan med Luftfartsverket (LFV) ansvarar för flyghinderdatabasen. LFV är ett affärsverk som driver flygtrafiktjänst för civila och militära kunder vid 24 torn i Sverige och vid två kontrollcentraler.

Trafikverket ansvarar för långsiktig planering av transportsystemet för vägtrafik, järnvägstrafik, sjöfart och luftfart. Dispenser för transport på allmän väg hanteras av myndigheten.

Energimarknadsinspektionen (EI) arbetar för välfungerande energimarknader, vilket innefattar distribution och handel av el, fjärrvärme och naturgas. EI ansvarar för prövning av ansökningar om tillstånd för att bygga och använda starkströmsledningar. Genom bl.a. reglering av villkor för monopolföretagen som driver elnät och naturgasnät samt genom tillsyn över företagen på de konkurrensutsatta energimarknaderna, tillvaratar EI elkundernas intressen och stärker deras ställning på marknaderna.

Ett hållbart energisystem gynnar samhället

Energimyndigheten arbetar för ett hållbart energisystem, som förenar ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

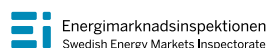
Vi utvecklar och förmedlar kunskap om effektivare energianvändning och andra energifrågor till hushåll, företag och myndigheter.

Utvecklingen av förnybara energikällor får stöd av oss, liksom smarta elnät och framtidens fordon och bränslen. Svenskt näringsliv får möjligheter till tillväxt genom att förverkliga sina innovationer och nya affärsidéer.

Vi deltar i internationella samarbeten för att nå klimatmålen, och hanterar olika styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter. Vi tar dessutom fram nationella analyser och prognoser, samt Sveriges officiella statistik på energiområdet.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se



FÖRSVARSMAKTEN

Havs
och Vatten
myndigheten



SGU
Sveriges geologiska undersökning



Återbruk och återvinning av vindkraftverk

*En förstudierapport om
kommande generationer
av vindkraft.*



Energimyndighetens publikationer kan beställas eller
laddas ner via www.energimyndigheten.se.
E-post: energimyndigheten@arkitektkopia.se
Orderfax: 08-505 933 99

© Statens energimyndighet
ET 2016:18 Oktober 2016
ISSN 1404-3343
Foto framsida: Mats Flodman
Grafisk form: Energimyndigheten
Tryck: Arkitektkopia, Bromma

Förord

Inspiration till den här förstudien framkom på Energimyndighetens vindkraftsenhet hösten 2015 som en fortsättning av det arbete som pågått kring framtagande av en vägledning om nedmontering av vindkraft. Generationsväxlingar, återbruk och återvinning av vindkraft och är frågor som ännu inte diskuterats i så hög grad i Sverige, men som redan är aktuella i Danmark och Tyskland.

Genom denna förstudie som nu genomförts hoppas vi på att starta en diskussion som bidrar till att göra vindkraften mer långsiktigt hållbar i flera bemärkelser. Arbetet som pågått under några månader har gjort nedslag i den kunskap som finns tillgänglig samt samlat in information från ett antal utvalda aktörer. Mycket mer finns att säga om dessa frågor och denna rapport ska inte ses som en total kartläggning av området utan en startpunkt för diskussioner om återanvändning och återvinning av vindkraft.

Tack till de som svarat och bidragit med underlag till denna förstudie. *Chalmers, Vindforsk, Stand up for wind och Teknologiska forskningscentralen i Finland. Länsstyrelserna i Gävleborg, Halland, Kalmar, Blekinge, Jämtland, Jönköping, Norrbotten, Skåne, Västernorrland och Västra Götalands län. Elnätsbolagen Ellevio, Vattenfall Eldistribution och E.ON Elnät, turbintillverkarna Gamesa, Enercon och Siemens och vindkraftbolagen H.O.Enterprice, Skellefteå kraft AB, Vattenfall Vind AB och WPD. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie i Tyskland, Energistyrelsen och Ehrvervstyrelsen i Danmark samt Vindmølleindustrien i Danmark.*

Författare till förstudien på Energimyndigheten har varit Matilda Schön, Johanna Lakso och Kristina Eriksson.

Trevlig läsning!

Innehåll

1	Ordlista	5
2	Inledning	6
2.1	Bakgrund.....	6
2.2	Syfte och mål	6
3	Nulägesbeskrivning	7
3.1	Vindkraftens teknikutveckling	7
3.2	Aktualitet	7
3.3	Livslängd	8
3.4	Livscykelanalyser	9
3.5	Återbruk och återvinning.....	11
3.6	Regelverk och styrmedel	14
3.7	Pågående forskning.....	16
4	Framtida möjligheter	20
4.1	Återbruk av äldre vindkraftverk	20
4.1.1	Reducerad energianvändning.....	21
4.1.2	Standardiserad nedmontering.....	21
4.1.3	Förlängd livslängd, testning och certifiering	21
4.1.4	Ökad kvalitet hos de verk som återbrukas	22
4.1.5	Återbruk på nya marknader	23
4.1.6	Designutveckling för ökad återvinning.....	23
4.1.7	Anpassa tillståndens giltighetstid för återbruk.....	24
4.2	Generationsväxling på samma plats	24
4.2.1	Tekniskt optimum och standardiserad teknik	24
4.2.2	Förenklad tillståndsprocess vid generationsväxling	25
4.2.3	Utveckling av styrmedel	25
5	Förstudiens förslag	27
5.1	Uppgifter för Energimyndigheten.....	27
5.2	Initiativ i samverkan med andra aktörer	28
5.3	Förslag på initiativ till fortsatt forskning kring återbruk:	30
6	Slutsats	31
7	Litteraturförteckning	32

1 Ordlista

Ekodesign-direktivet sätter minimikrav på energiprestanda hos produkter och förbjuder de mest energi- och resurskrävande produkterna på EU-marknaden. Direktivet ska förbättra produkternas miljöprestanda under hela livscykeln.

Elmix beskriver ett slags genomsnitt av den el som produceras. Elproduktionen består utav en mängd olika kraftslag. Genomsnittet är beroende av rådande förhållande som varierar år från år och är beroende av vad och hur mycket som produceras, importeras respektive exporteras.

Energy Pay-back är ett begrepp som används för att ange den tid det tar att producera lika mycket energi som gick åt vid tillverkning och installation.

Funktionella värden beskriver en komponents återbruksvärde, till exempel en växellåda eller ett torn som kan återanvändas för vidare bruk.

Materiella värden beskriver en komponents återvinningsvärde, till exempel värdet av att materialåtervinna en växellåda eller ett torn.

Repowering innebär att nya vindkraftverk ersätter gamla i en park vid ett generationsskifte.

Generationsväxling är synonymt med repowering och innebär att nya verk ersätter gamla inom en park när dessa tjänat ut.

Återbruk innebär att verk eller komponenter återanvänds alternativt att de materialåtervinns.

Omvänd logistik beskriver ett logistiksystem för återanvändning av produkter och material. Innefattar demontering av verk, separering av delar och transport av olika moduler för återvinning alternativt återbruk.

2 Inledning

2.1 Bakgrund

Energimyndigheten har under en tid arbetat tillsammans med Naturvårdsverket med frågor som rör nedmontering av vindkraftverk. Gemensamt med andra myndigheter och aktörer har en vägledning om nedmontering av vindkraftverk på land och till havs tagits fram (Energimyndigheten och Naturvårdsverket, 2016) som hanterar frågor som rör efterbehandling, ekonomisk säkerhet, lagstiftning, tillsyn och slutbesiktning. Vägledningen sammanfattar tillgänglig kunskap och ger rekommendationer avseende nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen. Som ett led av arbetet med vägledningen blev det aktuellt att se till möjligheterna för återbruk, generationsskifte, även kallat repowering, och återvinning då nedmonteringen inte behöver betyda slutet för ett vindkraftverk.

Vindkraftsutbyggnaden i Sverige inleddes redan på 1980-talet och tog ordentlig fart under 2000-talets början. Idag finns det drygt 3300 vindkraftverk i Sverige, varav knappt hälften har byggts de senaste fem åren. Några av de äldsta verken har redan nedmonterats. Enligt företag som idag arbetar med nedmonteringar i Sverige säljs verken ofta vidare till andra länder för att renoveras och uppföras på andra platser för ytterligare driftsår. Alternativt att vissa komponenter renoveras och säljs vidare eller att uttjänta delar återvinns. Erfarenheter av nedmontering finns från både Danmark, Tyskland men även från Sverige.

2.2 Syfte och mål

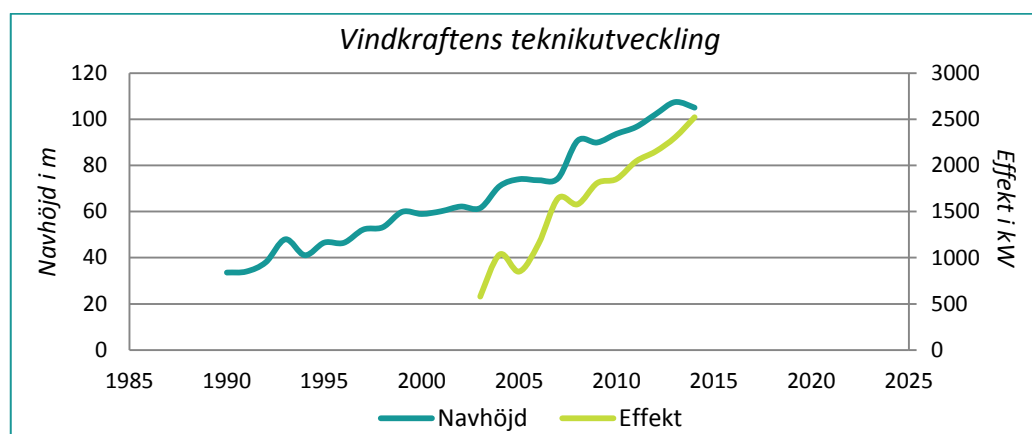
Syftet med denna förstudie är att få insyn i den forskning och teknikutveckling som pågår samt vilka möjligheter som finns för återanvändning, återvinning och generationsväxlingar av vindkraftverk på samma plats. Syftet är också att lyfta upp en diskussion om optimering av nuvarande och kommande generationer av vindkraft. I detta egeninitierade uppdrag ingår att ta fram förslag på projekt och forskning som kan behövas i framtiden, och vilken roll Energimyndigheten bör ha i utvecklingen.

Det långsiktiga målet med arbetet är att öka vindkraftens hållbarhet. Dels genom verka för att en större andel av vindkraftverk kan återbrukas, dels genom att utveckling sker för längre livslängder så att resurseffektiviteten för vindkraftverk ökar.

3 Nulägesbeskrivning

3.1 Vindkraftens teknikutveckling

Teknikutvecklingen av vindkraftverk har gått fort framåt de senaste åren i takt med att även utbyggnaden av vindkraft tagit fart. Ett genomsnittligt vindkraftverk som byggdes i Sverige år 2014 var totalt 150 meter högt och hade en installerad effekt på 2 921 kW (2015). Den genomsnittliga navhöjden på ett vindkraftverk har därmed ökat med drygt 60 meter sedan början av 1990-talet, *se figur 1*. Med högre verk ökar produktionen, då produktionen är direkt proportionell till större svepyta. Om svepytan dubblas så fördubblas även produktionen. För havsbaserade vindkraftverk är effekten ofta mellan 3-5 MW internationellt sett och förväntas öka till mellan 5-8 MW till år 2020. Teknikutvecklingen effektiviserar både resursanvändningen och kostnaden per producerad kWh.



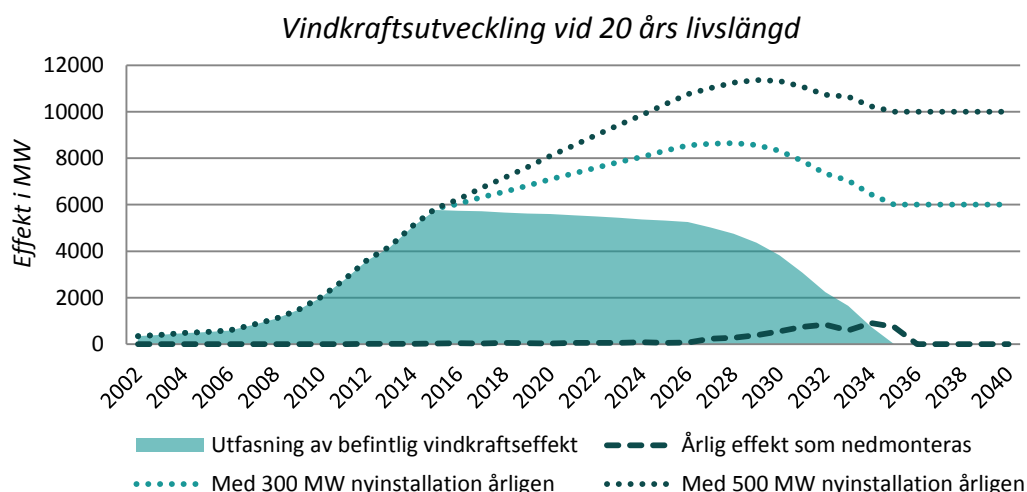
Figur 1. Utvecklingen av navhöjd och genomsnittseffekt per vindkraftverk de senaste årtiondena.

3.2 Aktualitet

Energimyndigheten har frågat länsstyrelser, företag, akademien och andra vindkraftsländer om aktualiteten för återbruk och repowering. Frågor om återanvändning och återvinning av vindkraft samt flera generationer vindkraft på samma plats är ännu inte särskilt aktuella i Sverige enligt länsstyrelserna. Flera av länen är i den fas där första generationens vindkraft just håller på att byggas ut. Frågorna tenderar till att vara något mer aktuella i de södra länen där vindkraftutbyggnaden startade tidigt, samt för akademien där vissa forskningsprojekt pågår. För några företag har det varit aktuellt med nedmonteringar och generationsväxlingar redan idag.

I Tyskland och Danmark ser det annorlunda ut. Frågor om nedmontering är högst aktuella och kommer att ske i stor utsträckning de kommande åren. Frågan om generationsskiftet och installation av nya vindkraftverk på samma plats är av stort intresse för branschen och i dessa länder arrangeras hela seminarier i ämnet.

Energimyndighetens bedömning är att nedmonteringar av vindkraftverk i större skala påbörjas om tio till tjugo år i Sverige, utgående från att livslängden är 20 år. De flesta vindkraftverken i Sverige har därmed inte nått sin tekniska eller ekonomiska livslängd ännu, *se figur 2*. Det turkosa området visar utfasningen av nuvarande effekt om ingen nyinstallation görs. För att bibehålla samma mängd installerad vindkraft som finns idag skulle omkring 300 MW behöva nyinstalleras årligen. Om ytterligare 200 MW nyinstalleras årligen skulle den installerade effekten öka för att sedan plana ut kring år 2035 till en installerad effekt om 10 000 MW.



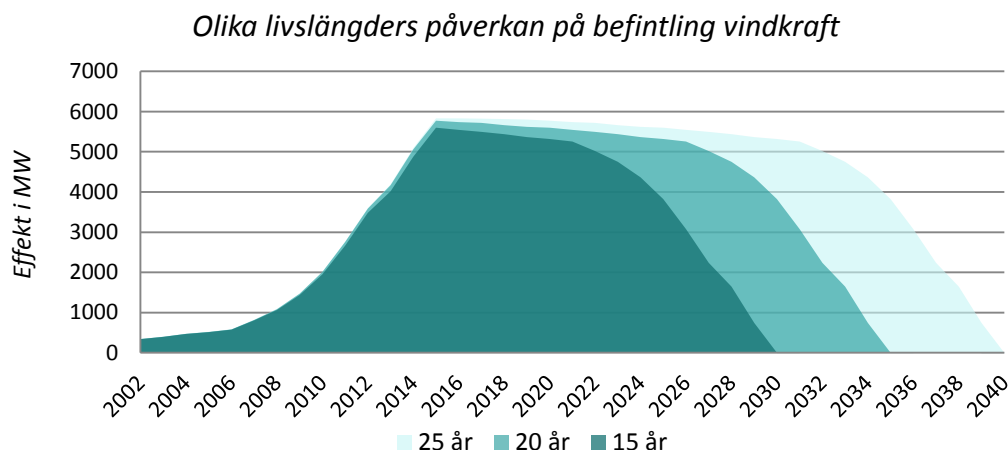
Figur 2. Vindkraftsutvecklingen fram till år 2040 om vi antar 20 års livslängd. Dagens vindkraft fasas ut mellan 2025 och 2035. Nyinstallationer skulle då behövas för en fortsatt stor vindkraftsproduktion.

3.3 Livslängd

Vindkraftsturbiner designas vanligen för en livslängd på 20 till 25 år, ibland även upp till 30 år. Utveckling av tekniker med längre livslängd pågår och utvecklas utifrån de behov som finns på marknaden. Den certifierade tekniska livslängden är 20 år och vindkraftsbolagen arbetar tillsammans med vindkraftstillverkare för att förlänga densamma. Vindkraftverkens livslängd har påverkan på hur den totala installerade effekten utvecklas och när vindkraft eventuellt fasas ut, *se figur 3*.

Vindturbintillverkare och tjänsteföretag arbetar kontinuerligt med att optimera drift och underhåll för att minska drift- och underhållskostnaderna. Huvudkomponenter designas för en livslängd på 20 till 25 år, medan vissa delar såsom exempelvis växellådor har kortare livslängd. Övervakning sker av verkets huvudkomponenter och utveckling av nya metoder arbetas fram som ska upptäcka och åtgärda fel innan de leder till ett eventuellt turbinstopp. Reparationer kan därmed planeras till tidpunkter då kostnaden blir så låg som möjligt. Det är alltid en ekonomisk bedömning om delar ska bytas ut när ett fel i en turbin uppstår för att möjliggöra fortsatt drift. Verksamhetsutövaren kan då välja att nedmontera och sälja vindkraftverket vidare till andrahandsmarknaden eller materialåtervinna vindkraftverket.

Livslängden har därmed också en ekonomisk aspekt. Både i Sverige och i Tyskland har aktörer av ekonomiska skäl bytt ut turbinerna tidigare än livslängden medger. Detta skulle delvis kunna bero på tidsbegränsade stödsystemen men också på att utvecklingen i branschen varit så stor att de turbiner som byggdes för över 15 år sedan idag anses ineffektiva. Vissa aktörer anser att det lönar sig att byta ut äldre fungerande verk mot nya och mer effektiva turbiner.



Figur 3. Nedmontering av befintlig vindkraft om samtliga är i drift 15, 20 respektive 25 år. Olika bedömningar kommer emellertid att göras av den ekonomisk och teknisk livslängden på verken, vilket leder till en långsammare utfasning av befintligt vindkraftsbestånd.

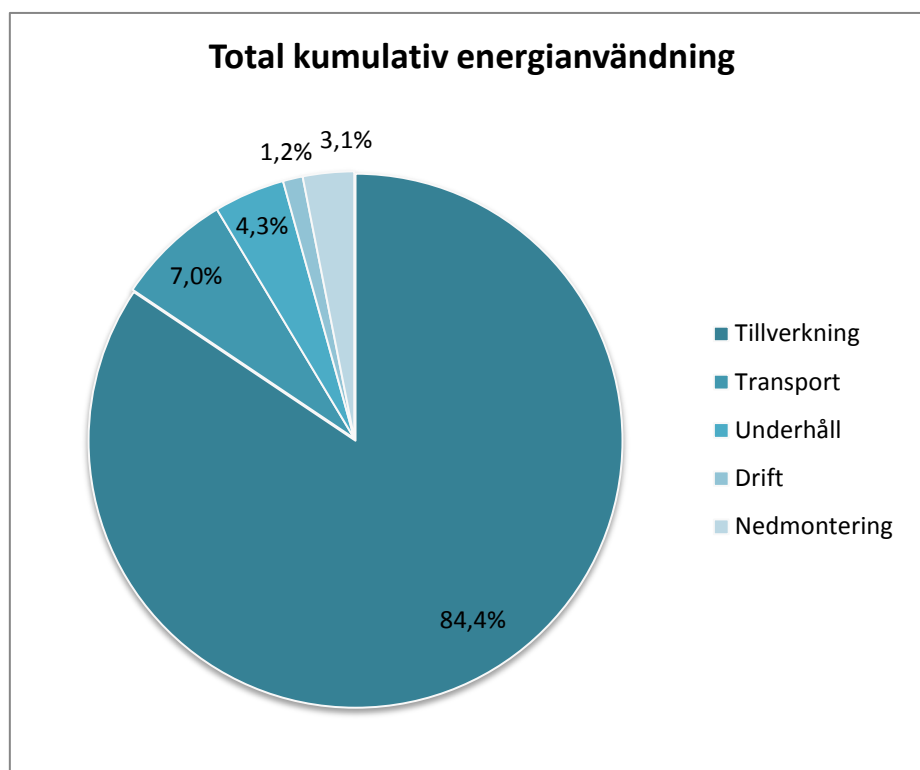
De flesta svenska vindkraftsbolag har hittills inte haft så lång erfarenhet att de kan säga något om möjligheterna för en förlängning av den tekniska livstiden. I Tyskland erbjuder turbintillverkare analyser av turbinerna när de närmar sig den tekniska livslängden för att avgöra verkets kondition utifrån den specifika platsen. Om det visar sig att materialen inte blivit utmattade under driften kan åtgärder vidtas för att förlänga drifttiden.

På grund av teknikutvecklingen sedan början av 1980-talet är sannolikheten stor att fundament och torn inte kommer vara möjliga att återanvända även om de vore designade för längre livslängder. Vissa aktörer menar att turbintillverkare därför inte ser någon nytta med att designa komponenter för flera generationer vindkraft, så länge teknikutvecklingen gör att vindkraftverken kommer att se annorlunda ut om 20-25 år jämfört med idag. Både vägar och elinfrastruktur skulle delvis kunna återanvändas vid ett generationsskifte i samma område då de har längre livslängder än vindkraftverket. Ekonomiskt sett används ofta en teknisk avskrivningstid på 30 år men en kabel kan antas ha en livslängd på upp mot 40-50 år, läs mer om detta i avsnitt 3.5.

3.4 Livscykelanalyser

Livscykelanalyser av vindkraftverk visar att det framförallt är tillverkningen som bidrar med klimatutsläpp och denna post utgör ungefär 80 till 90 procent av energianvändningen (Meunier and Tremeac, 2009) (Guezuraga et al, 2012) (Garett och Rønde, 2013) (Martinez et al, 2009), se figur 4. I tillverkningen ingår

framställning av råmaterial, som utgör den absolut största posten, andra material som behövs vid tillverkningsprocessen, energianvändning samt avfall i tillverkningsprocessen (A Bonou, 2015).



Figur 4. Visar den totala energianvändningen ur ett livscykelperspektiv för ett vindkraftverks olika faser (Källa: Guezuraga et al, 2012).

Miljöpåverkan är generellt mindre för stora turbiner med höga torn och stora rotorblad och skillnaden i klimatutsläpp är stor jämfört med elproduktion från fossila energikällor (Demir and Taskin, 2013) (Haapala and Prempreeda, 2014). Koldioxidavtrycket för vindkraft på land är 20-38 gCO₂/kWh och till havs 9-13 gCO₂/kWh vilket är lågt i jämförelse med andra energislag, där avtrycket från exempelvis kolkraft är 786-990 gCO₂/kWh och för solenergi 88 gCO₂/kWh (Ortegon et al, 2013).

Vilka antagande som görs i livscykelanalysen är av stor vikt för resultaten i dessa. I de rapporter som studerats är de antaganden¹ som görs och hur resultat redovisas inte alltid helt transparenta och det är därför ofta svårt att jämföra olika studier med varandra (Price and Kendall, 2012). Antaganden om livslängd och vilken elmix som används vid tillverkning är direkt avgörande för resultaten. Då tillverkningsfasen står för en stor del av energianvändningen får ett lands elmix betydelse för resultaten i livscykelanalysen. I ett land som har stor andel kolkraft blir resultaten högre än om produktionen exempelvis skulle ske i Norden som har en stor andel förnybart i sin elmix. Även vindkraftverkets placering har stor

¹ Antaganden inkluderar vilka avgränsningar som görs i modellen och vilka indata som används.

betydelse eftersom goda vindlägen är avgörande för en låg miljöpåverkan (Demir and Taskin, 2013).

Hanteringen av vindkraftverket efter drift kan också göra skillnad. Genom att optimera hanteringen vid återbruk och återvinning kan användningen av råmaterial minska. Dock är det endast 11 av 72 genomgångna rapporter som tar med vindkraftverkets slutfas i analysen (Ortegon et al, 2013). Anledningen till detta, som nämns i rapporten, är att det saknas historiska data och beprövade metoder vid nedmontering. Oftast görs antagande för denna fas eller så exkluderas nedmonteringsfasen helt i analyserna. Både återanvändning och återvinning är områden som ur ett livscykelperspektiv kan bidra till att minska vindkraftens miljöpåverkan (Ortegon et al, 2013). I designutvecklingen av ett vindkraftverk kan val av designkoncept (exempelvis vid materialval) bidra till att koldioxidavtrycket minskas samtidigt som det bidrar till att reducera kostnader och energianvändning i tillverkning (Lee and Hashim, 2014). Ekodesigndirektivet beskrivs ha en nyckelroll för att förbättra energi- och miljömässig prestanda hos energirelaterade produkter utifrån ett designperspektiv (Aso & Cheung, 2015).



Efterbehandlat vindkraftsområde där vindkraftverk monterats ned (pinnen markerar var verket stått) Foto: Matilda Schön

3.5 Återbruk och återvinning

När vindkraftsverket uppnått sin tekniska eller ekonomiska livslängd tar verksamhetsutövaren beslut om att avsluta driften och montera ned vindkraftverken. Ett verk behöver emellertid inte vara helt uttjänt när det når den

antagna livslängden. I Tyskland finns det riktlinjer (BWE Grundsätze) för hur man gör värdering och prövning av vindkraftanläggningar för vidare drift. Bedömningar görs från vindkraftverkets 20:e driftsår för huruvida verket kan drivas vidare på platsen.

Om det blir beslut om nedmontering förbereds tornet för nedmonteringen. Därefter monteras rotorn och bladen ned för att på marken monteras isär i mindre delar. Maskinhuset lyfts sedan ned och tornet kan monteras tas ned. Efterbehandlingen kan vara olika för fundamentet, antingen partiell eller att hela fundamentet tas bort. Marken efterbehandlas sedan i samråd med tillsynsmyndigheten. I vissa fall kan elledningar och vägar lämnas kvar till förmån för andra verksamheter. Mer information om nedmontering finns i vägledningen för nedmontering av vindkraft, på land och till havs (Energimyndigheten och Naturvårdsverket, 2016).

Vindkraftverkets olika delar kan därefter återanvändas/återbrukas eller återvinnas. Vindkraftsbolagen i Sverige säger generellt att de har brist på erfarenhet från dessa frågor. De företag som har erfarenhet av nedmontering menar att det sker återbruk av hela vindkraftverk eller komponenter. Beroende på skicket kan verken renoveras och säljas vidare till andra länder. En marknad för äldre vindkraftverk börjar ta form och det finns även tillverkare och tjänsteföretag som tar tillvara på reservdelar. Vid Yttre Stengrund utanför Karlskrona har fem havsbaserade vindkraftverk monterats ned. Rotor, blad och maskinhus återanvänds som reservdelar för liknande vindkraftverk, medan torn och fundament (monophiles) återvinns.

Enligt vissa bolag har det funnits problem med att dokumentation varit svårtillgänglig vid nedmontering på grund av flera ägarbyten eller att tillverkarna inte längre har eller tillhandahåller dokumentation, vilket kan försvåra en effektiv avveckling.

Om vindkraftverket istället går till återvinning kan materialen sorteras och återvinnas var för sig. Bladen utgör emellertid ett problem vid återvinning då de består av kompositmaterial. Dessa typer av material kan antingen separeras mekaniskt genom krossning varvid de olika komponenterna kan avskiljas, dock kan denna process frigöra giftigt damm. Separering kan även ske genom förbränning vilket är en energikrävande process med omfattande restprodukter varför energivinsten kan bli låg. Ett annat alternativ är att separera komponenterna på kemisk väg, metoden kräver i dagsläget dyra och hälsofarliga kemikalier. Generellt har metoder för återvinning av blad, exempelvis genom värmeåtervinning, inte slagit igenom kommersiellt (L. Aldén et al, 2013) ännu eftersom det finns begränsat med material tillgängligt för återvinning och att metoderna utvecklas. Utveckling av blad sker och är en del av den pågående designutvecklingen.

För vindkraft i kallt klimat finns hittills begränsad erfarenhet av återbruk och återvinning eftersom det är få vindkraftverk byggda i kallt klimat som är i slutet av sin livslängd. Enligt vissa uppgifter kan problem med ökat slitage på bladen

uppstå och därmed finns ett ökat behov av lämpliga återvinningsmetoder, designutveckling samt vidareutveckling av drift- och underhåll.

Erfarenheter finns också av generationsväxling, även så kallad repowering, där samma plats återanvänds och flera mindre verk med låg effekt nedmonteras och ersätts med färre större verk med högre effekt. Näsudden på Gotland är ett exempel i Sverige. Ett annat exempel på repowering är projekt Fehmarn i Tyskland där den första generationen vindkraft monterades ned och ersattes med nya verk. De tidiga verken hade en effekt på mellan 225 till 500 KW och ersattes av verk på 2,3 MW. Platsen används därmed än mer effektivt. I Tyskland har man haft problem med generationsväxling på platser som är tätbebyggda, då de nya större vindkraftsverken bidragit till avståndsproblematik och delvis ljudproblem. Platser som har bra vindförutsättningar kan på grund av detta falla bort då bebyggelse finns för nära ett eventuellt generationsskifte.



Generationsskifte vid Näsudden på Gotland Foto: Matilda Schön

Det kan finnas fördelar med att återanvända samma plats genom att vindegenskaperna är kända och att infrastruktur som vägar och elnät i vissa fall kan återanvändas. Elnätsinfrastrukturen som byggs till dagens vindkraftsanläggningar har en livstid som sträcker sig längre än vindkraftverkens livslängd. Detta ger potential att använda samma elnät till två generationer vindkraft. En begränsning finns emellertid i att elnätet dimensioneras för den effekt som den ursprungliga parken har. Om större vindkraftsverk ska byggas efter 20 år behöver antalet vindkraftverk reduceras så att den totala effekten inte överskrider nätkapaciteten, alternativt att elnäten förstärks. Det interna elnätet i en

vindkraftspark kan behöva läggas om i de fall placeringarna av vindkraftverken ändras, varför den största potentialen till återbruk är av nätet från parken till anslutningspunkten till överliggande nät.

Något återbruk av exempelvis fundament har det ännu inte varit frågan om eftersom alla generationsväxlingar har inneburit en signifikant skillnad i storleken på vindkraftverken. Den snabba teknikutvecklingen är en orsak till detta. Vid ett generationsskifte idag blir det i princip en helt ny etablering av vindkraft på platsen. När tekniken blivit mer standardiserad, likt vattenkraften är idag, kan det komma att förändras och göra att fundament och torn kan återanvändas i framtiden.

Flera svar från branschen pekar på att generationsskiften kan vara aktuellt på platser med dokumenterade goda vindlägen, det vill säga på platser där det redan idag finns etablerad vindkraft eller där det planeras för framtida vindkraftsetableringar.

3.6 Regelverk och styrmedel

Frågan om hur dagens lagstiftning är anpassad för längre livslängder och hur ekonomiska styrmedel kan möjliggöra till återbruk och återvinning av vindkraftverk är intressant och presenteras i detta avsnitt.

Tillstånd

Giltighetstiden för tillstånden till dagens vindkraftsetableringar i Sverige är vanligtvis mellan 30 till 35 år. Några undantag finns där giltighetstiden är satt till 25 år eller där tillståndet inte är tidsbegränsat. En utveckling som länsstyrelserna noterat är att de gått från icke tidsbegränsade tillstånd till tidsbegränsade tillstånd. I ett avgörande i mark- och miljööverdomstolen (M 9473-13) angavs att ett tillstånd för vindkraftsverksamhet normalt bör tidsbegränsas. Motiven till varför ett tillstånd bör tidsbegränsas är bl.a. att den tekniska utvecklingen och ökade kunskaper kan komma att leda till ändrade miljökrav och att det därför bör finnas en möjlighet att skärpa villkoren vid en förnyad tillståndsprövning. Det är bolagen själva som anger tiden för tillståndets giltighet i ansökningshandlingen vilket sedan hanteras i prövningen.

En förlängning av giltighetstiden innebär i princip alltid krav på en helt ny tillståndsprövning. Om vindkraftsverksamheten kan få ett nytt tillstånd bedöms utifrån de förutsättningar som finns på platsen vid den tidpunkten. I en dom från mark- och miljööverdomstolen (M 2942-15) anges att tidsbegränsningen endast fastställer den tid som verksamheten får bedrivas och utgör därför inget villkor för verksamheten. Det är inte möjligt att inom ramen för en ansökan om villkorsändring enligt 24 kap. 8 § miljöbalken bevilja en förlängning av ett tidsbegränsat tillstånd, detta gäller även för de fall där tidsbegränsningen har angetts som ett villkor och inte som en del av tillståndet enligt MÖD. I Tyskland är tillstånden ofta på 20 år, men kan förlängas på begäran om det finns bevis finns på stabilitet och säkerhet hos anläggningen.

Elcertifikatsystemet

Anläggningar som producerar förnybar el, såsom exempelvis vindkraft, och som drifttagits första gången efter maj 2003 har rätt till elcertifikat i 15 år från det att de får beslut om tilldelning, dock inte längre än till år 2035. Elcertifikaten innebär en extra ekonomisk intäkt för verksamhetsutövaren.

Om det byggs en vindkraftsanläggning som återanvänder hela eller delar av samma fundament eller samma torn som det tidigare verket räknas det som samma anläggning som tidigare. I detta läge kan anläggningen prövas enligt 2 kap. 9 § lagen (2011:1200) om elcertifikat som omfattar ombyggnad av anläggning och få elcertifikat i 15 nya år. Det krävs då att anläggningen uppfyller de krav på omfattande renovering som beskrivs i 5 kap. 1 § föreskriften (STEMFS 2011:4) som säger att alla ingående komponenter i rotor och maskinhus ska ersättas med nya delar. Styr- och reglersystem för anläggningen ska ersättas med nya delar.

Det går också att få elcertifikat för enbart den ökade elproduktionen om en minde investering genomförs. Utifrån det regelverk som finns kan några slutsatser dras om vad som gäller vid en återanvändning av ett gammalt verk eller vid generationsväxling²:

- Ett nytt verk som byggs på ny plats nära det äldre verket får 15 års ny tilldelning av elcertifikat.
- Ett begagnat verk som *drifttagits efter maj 2003* som byggs på en ny plats får 15 år minus den eventuella tilldelningsperioden av elcertifikat från den tidigare platsen. Detta innebär
 - att ett verk från till exempel ett annat land får 15 nya år och,
 - att ett verk som tidigare fått elcertifikat i Sverige får mindre än 15 år.
- Ett begagnat verk som *drifttagits före maj 2003* och ersätter ett gammalt verk får inga elcertifikat eftersom anläggningen ska ersättas med nya delar
- Ett verk som genomgår en renovering och uppfyller kraven på omfattande ombyggnation får 15 nya år för hela produktionen
- Ett verk som genomgår en renovering men *inte* uppfyller kraven på omfattande ombyggnation får *inte* 15 nya år men kan få elcertifikat för den ökade andelen elproduktion
- Ett begagnat verk som *drifttagits före maj 2003* som byggs på en ny eller gammal plats får inga nya elcertifikat.

Om ett vindkraftverk placeras i en befintlig park och bakom samma mätpunkt som övriga vindkraftverk är det möjligt att anläggningen tekniskt inte registreras som en ny anläggning, utan som en ny produktionsenhet inom en anläggning. Det är emellertid inget som har någon betydelse för tilldelningsperioden.

²Observera att detta är preliminärt och att ett beslut alltid måste fattas av Energimyndigheten i varje enskilt ärende.

Elcertifikatsystemet är, som kan utläsas ovan, inte direkt utformat med syfte att möjliggöra för renoveringar av befintlig vindkraft, nyetableringar av vindkraft på samma plats eller för återbruk av gamla verk. Regelverket för ombyggnation och produktionsökningar är mer anpassat för vattenkraft och biokraft. Dessa energislag är bundna till en specifik plats. Frågan om generationsväxlingar har inte varit aktuell för dessa på det sätt som det kommer bli för vindkraft. När elcertifikatsystemet utvecklades 2006/2007 hade den storskaliga vindkraftsutbyggnaden inte startat varför systemet inte utvecklades för energislag med kortare livslängd och mer spridd placering.

Inom arbetet med kontrollstation för elcertifikat 2017 utreder Energimyndigheten hur elcertifikatsystemet ska utformas efter år 2020. Efter att det i Energiöverenskommelsen har föreslagits att ambitionen i elcertifikatsystemet ska ökas med 18 TWh mellan åren 2020 till 2030, har myndigheten fått ett tilläggsuppdrag om att föreslå nya kvoter som kommer att redovisas tillsammans med kontrollstationen. Energimyndigheten har inom ramen för uppdraget börjat titta på hur hänsyn kan tas till eventuella nedmonteringar, generationsväxlingar och möjligheter för återbruk. I rapporten föreslås även att ett fortsatt arbete med dessa frågor bör bedrivas.

3.7 Pågående forskning

Efter genomgång av livcykelanalyser samt genom kontakter med olika forskningsinstitut och bolag kan Energimyndigheten konstatera att det pågår en hel del forskning för att nå en högre grad av återvinning och lägre miljöpåverkan, ofta i samverkan mellan turbintillverkare och forskningsinstitut. De projekt som redovisas nedan är ett urval av den pågående forskning inom återbruk och återvinning som kommit Energimyndigheten till känna under utredningsarbetet.

Fundament

I ett pilotprojekt (Windpower, 2009) har designen av fundament studerats för att utreda om livslängden hos fundamenten kan ökas från 20 år till exempelvis 50 år och i så fall om det är ekonomiskt försvarbart. Motiveringen till projektet är att det är en viktig fråga att kunna öka livslängden genom att byta ut delar som går sönder på vindkraftverket men att fundamentet är den del som (av naturliga skäl) inte går att byta ut. Därmed är livslängden av fundamentet avgörande i synnerhet när en mer standardiserad teknik uppnås där fundament kan återanvändas. Denna undersökning, som drivs av en svensk vindkraftprojektör, visar att fundamentdesignen kan optimeras till en rimlig merkostnad. Efter att ha misslyckats med det första fundamentet, ändrade bolaget den tekniska lösningen och lyckades få en lösning med en beräknad livslängd på 50 år. De noterar dock att utförandet på plats är avgörande och att sprickor kan uppkomma om design och utförande inte är optimerat.

På Chalmers har studier gjorts av fundament över tid och det har noterats sprickbildning vilket skulle kunna hindra återbruk av fundament, men också motivera till mer forskning och utveckling kring mer robusta fundament och

generationsväxling. Utveckling av metoder som säkerställer en optimerad livslängd även i kallt klimat sker också bland annat på Luleå Tekniska Universitet (T Edeskär m.fl., 2009). Forskare har i samarbete med branschen också reducerat koldioxidutsläppen vid cementtillverkningen genom att välja alternativa bränslen och tillsatsmaterial. Det skapas metoder för hur man speciellt utformar betongen för att hålla ned användningen av cement. Mängden betong som går åt för den planerade vindkraftsutbyggnaden runt om i världen är omfattande vilket betyder att även en liten reduktion av resursutnyttjande och liten förbättring av byggprocessen vid varje anläggning, ger mycket stora förtjänster beträffande hållbarhet (Wahlsten, 2013).

När det gäller fundament till havs tittar vindkraftsbranschen på lösningar för att hitta alternativ till att hela fundamentet behöver tas bort när det är uttjänt. Kostnaderna är stora för att ta bort fundamentet helt och hållet, det kan även ha bildats rev eller habitat på fundamenten som kan vara känsliga och själva borttagandet av fundamentet kan också störa omgivande djur- och växtliv. I vissa fall kan det vara mer rimligt att kapa fundamentet i nivå med botten enligt uppgift från branschen.

I exempel från USA har 420 plattformar från oljeindustrin donerats för uppbyggnad av artificiella rev. Artificiella rev är nedsänkta strukturer på sjöbotten som "härmar" naturliga formationer på havsbotten vilket ger ekonomiska fördelar för olje- och gasbolag samt för fisket och den marina miljön (Techera and Chandler, 2015). Forskningen tyder på att det finns signifikanta fördelar i ett brett perspektiv med dessa rev, då de bildar permanenta habitat. Artificiella rev har särskild betydelse för återupprättelse av kustmiljöers ekosystem. Om dessa fördelar ska ha verkan måste lagstiftningen anpassas, då det finns internationella regler om att allt huvudsakligen ska bort.

Det finns också exempel på teknikutveckling i Sverige där ett pråmliknande fundament "EMMA" (MarCon Wind Power, 2016) har testats för en mätmast. Pråmen är ett alternativ till förankrat fundament som stöds upp av stödben som vilar på botten. Fördelen enligt tillverkarna är att påverkan på omgivningen under byggnation är mindre jämfört med andra fundament som kan kräva mer omfattande arbete med utjämning av havsbotten eller borrhning. Återbruk förenklas eftersom stödbenen kan hissas upp och fundamentet bogseras bort och användas igen när det är dags att demontera vindkraftverken. Nackdelen är att det går åt cirka tre gånger mer stål vid tillverkning av fundamentet. Tekniken har inte testats för vindkraftverk ännu. Dock är det en vanlig teknik för stöd av t.ex. lyftkranar och oljeplattformar.

Torn

Forskning har bedrivits under många år gällande hela produktkedjan inom Sverige och internationellt sett. Forskning på torn kan ha flera syften:

- Utveckla nya material och jämföra olika material: På Uppsala universitet och KTH (Andersson, 2016) har det förekommit forskning om träorn.

Forskning inom området att använda modulärtorn tillverkade i limträ pågår.

- Minska materialåtgången: Materialåtgången är en viktig aspekt för miljöpåverkan under ett vindkraftsverks livstid. Genom att forska kring högre hållfasthet och högpresterande material kan materialåtgången minskas. På Luleå tekniska universitet har man till exempel tittat på utveckling av torn genom en kombination av högpresterande stål, montering och skarvmeter för ståltorn (M Veljkovic m.fl, 2009).
- Öka livslängden på tornen: Tornen påverkas av ökade laster ju större vindkraftverken blir och i synnerhet i skog där turbulensen är hög. Det kan leda till utmattningskador och kortare livslängd. Genom att beräkna lasterna på bland annat tornen kan påverkan minimeras. (SWPTC, 2016).
- Identifiera lämpliga återvinningsprocesser för dagens konstruktionsmaterial: Vissa torntyper, så kallade hybridtorn, består förenklat beskrivet av ett betongsegment som hålls samman av stålvaror. Betongen i dessa kan användas till fyllnadsmassor och stålet samt kopparna kan metallåtervinnas. I vissa fall kan dessa torndelar efter inspektion och godkännande återanvändas i andra vindkraftverk.

Rotorblad

Liksom för andra delar av vindkraftverket pågår det forskning på flera håll där man tittar på utveckling av rotorblad för högre återvinningsgrad av vindkraftverket. Verken designas bland annat utifrån Ekodesign-direktivet. Forskning genomförs framför allt för att identifiera lämpliga återvinningsprocesser för dagens konstruktionsmaterial. Utvecklingen av blad sker mot att öka bladlängder för att kunna leverera turbiner med högre effekttal, vilket är lockande för framtida kunder

I Danmark pågår ett forskningsprojekt (Energiforskning.dk, 2016) där man utvecklar nya kompositmaterial för bladen, som ses som den största barriären för att hela vindkraftverket ska kunna återvinnas. Projektet drivs i samarbete med Vestas, Aarhus universitet og teknologisk institut.

Projekt Genvind (Danmark) syftar till att identifiera och utveckla nya och vidareutveckla befintliga strategier för hållbar återvinning av plastkompositer med miljömässiga och ekonomiska fördelar för Danmark. Sammanställningen kommer att visa på att avfallet kan användas i många olika produkter, komponenter och strukturer. Det kan handla om allt från möbler till skateboards, till användning i byggnadsdelar och färgtillverkning (Genvind, 2016)

Optimering av drift och underhåll

Det pågår också forskning och utveckling på olika håll om hur parker optimalt planeras och styrs, dels hos bolagen men även inom flera forskningsinstanser som StandUpforWind och Nordiska konsortiet. Speciellt utvecklas modeller för mer optimal styrning av parker för att öka effektuttag och minska laster och därmed

öka livslängden. Svenskt Vindkraftstekniskt Centrum, på Chalmers, har under år 2016 startat ett doktorandprojekt inom detta område.

I Tyskland arbetar vindturbintillverkare och tjänsteföretag med att optimera drift och underhåll för att minska drift- och underhållskostnaderna. Bland annat genom övervakning av större komponenter. Det finns tjänsteföretag som är specialiserade på att ta hand om anläggningar i syfte att optimera kostnader för drift och underhåll.

Uppsala universitet Campus Gotland har tagit fram faktaunderlag om ”Nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen” (L. Aldén et al, 2013). I denna ingår en beskrivning av återvinning och återbruk av vindkraftverk. Tre examensarbeten har också genomförts som behandlar detta ämne. Flera doktorander som är eller har varit knutna till universitet har studerat frågor om reduktion av miljöpåverkan vid återvinning av vindkraftsblad, nedmontering med perspektiv på föreskrifter och kostnader i Italien och Sverige samt om beräkningar av framtida nedmonteringskostnader.

Generator

Forskning har genomförts på Chalmers för att utveckla mer demonterbara och uppgraderingsbara generatorer. Chalmers har även genomfört projekt för att utveckla design för mer återvinningsbara generatorer och deltar även i flera EU-projekt kring återvinning/återvinningsprocesser av material som finns i generatorer.

Jordartsmetaller

Jordartsmetaller förekommer hos vissa vindkraftsverk med direktdrivna system. De används i olika magnetiseringssystem i vindkraftverkens generatorer. Idag finns svårigheter med återvinning av dessa sällsynta jordartmetaller. Jordmetallernas miljö- och hälsopåverkan undersöks på flera håll internationellt sett. På Fraunhoferinstitutet i Alzenau forskas om metoder för återvinning av permanentmagneter (Ny metod återvinna permanentmagneter, 2015). Jämförelser mellan typer av vindkraftverk med denna typ av metaller och de utan dessa har tagits fram bland annat i ett examensarbete på Kungliga Tekniska Högskolan (Abrahamsson, 2014).

Fortsatt drift

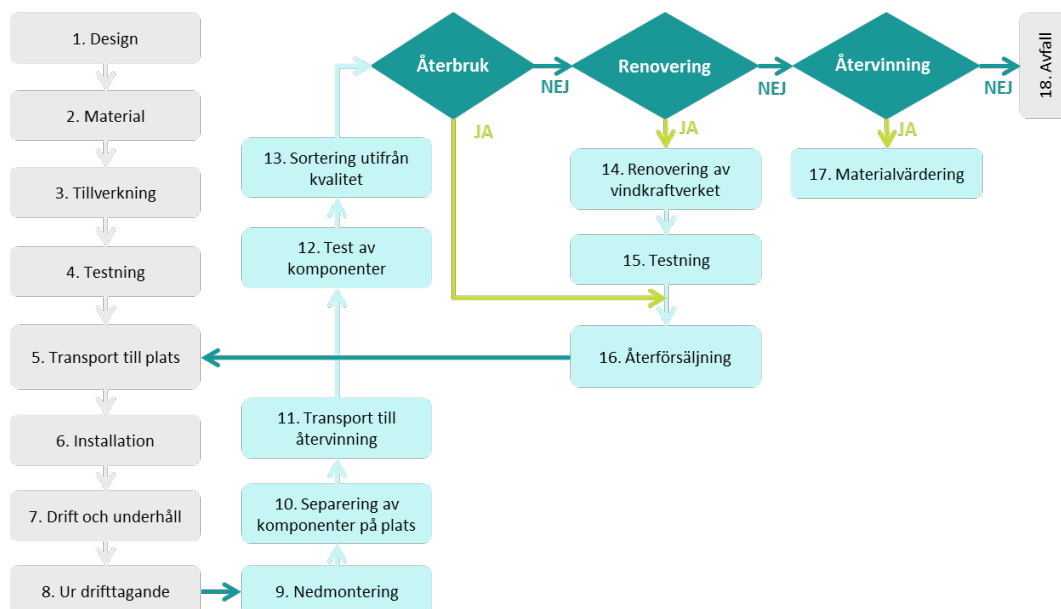
Forskningsprojekt pågår redan idag för hur vindkraftverk ska kunna producera vidare efter de första 20 åren. Institutet för materialtester i Bremen (MPA) arbetar tillsammans med forskare från Stiftelsen för materialvetenskap (IWT) i Bremen, universitetet i Bremen samt med näringslivet. Syftet med detta pilotprojekt är att göra det möjligt för fortsatt drift av äldre men fortfarande lönsamma och säkra vindkraftverk och därmed spara resurser. Efter 20 år måste företagen visa bevis på att vindkraftverket är stabilt och kan drivas vidare. Många vindkraftverk är ännu efter 20 år fortfarande i mycket gott skick.

4 Framtida möjligheter

I detta avsnitt beskrivs möjligheterna till utveckling av områdena återbruk, återvinning och generationsväxling på samma plats.

4.1 Återbruk av äldre vindkraftverk

När ett vindkraftverk nått sin ekonomiska (eller tekniska) livslängd finns flera olika alternativ till behandlingar som är tänkbara. Om verket inte skulle kunna renoveras för vidare försäljning eller om komponenterna inte skulle kunna återanvändas, är de flesta delar i ett vindkraftverk återvinningsbara. En processkarta vid övervägande av hur vindkraftverket skulle kunna återbrukas eller återvinnas finns i figur 5. De flesta led i denna beskrivning skulle vara möjliga att påverka och utveckla för en attraktiv andrahandsmarknad och för ökad återvinning av verket när det når sin slutliga livslängd.



Figur 5. Schematisk bild av processen för ett vindkraftverks hela livscykel. Fokus är på den avslutande delen som påbörjas när ett vindkraftverk har tagits ur drift. (Ortegon et al, 2013)

Återbruk handlar inte bara om materiella värden utan också om funktionella värden. Med det menas att det finns ekonomiska värden i återvinning av de olika materialen i vindkraftverket men att ett större värde finns hos komponenter som funktionellt kan återanvändas. Material från vindkraftverk testas och sorteras utifrån hur det ska hanteras. Om verket renoveras som helhet görs ytterligare tester av kvalitet och verket görs tillgängligt för andrahandsmarknaden.

4.1.1 Reducerad energianvändning

Andrahandsmarknaden för äldre verk och återanvändning av material har potential att reducera energianvändningen under livscykeln för verket och minska koldioxidutsläppen ytterligare per producerad kilowattimme. Det gäller även för de fall då komponenter används som reservdelar inom andra verksamhetsområden eller industrier.

Att återanvända huvuddelarna i ett vindkraftverk på 2 MW kan spara 70 procent av den totala energianvändningen jämfört med ett nytt vindkraftverk (Ortegon et al, 2013). Den energimässiga återbetalningstiden, även kallad "energy pay-back" för ett återbrukat vindkraft verk är 0,15 år, det vill säga knappt två månader i jämförelse med 0,54 år (6 till 7 månader) för ett fabriksnytt vindkraftverk. Idag antas att vindkraftverk kan återanvändas en gång. Genom den slutliga återvinningen sluts energicirkeln där både importbehov och användning av råmaterial minskar.

Även om det finns fördelar med att återbruka och återvinna vindkraftverk är andrahandsmarknaden ännu outforskad. Livscykelanalyserna behöver kompletteras med slutanvändningsfasen samt den omvända logistiken, där demontering av verk, separering av delar och transport av olika moduler ingår.

4.1.2 Standardiserad nedmontering

Att i framtiden ha standardiserade metoder vid nedmontering är en möjlighet för effektivitet och resursbesparingar. Dagens metoder vid nedmontering kan utvecklas vidare och anpassas till de större verk som blir aktuella i framtiden. Även om platsspecifika egenskaper gör att modellerna behöver anpassas ytterligare vid nedmontering kan dessa utgöra grund för avvecklingsarbetet. Utvecklingen skulle gärna kunna ske genom nationellt och internationellt samarbete, i samverkan mellan turbintillverkare och forskningsinstanser.

4.1.3 Förlängd livslängd, testning och certifiering

En möjlighet för fortsatt drift efter de första 20 driftsåren hos befintliga verk skulle kunna vara att ta fram en certifiering som görs av oberoende kontrollanter för att utvärdera om verket kan fortsätta att användas med bibehållna garantier. Genom analys och test om vilka laster och lastcykler verket utsatts för samt konditionen i övrigt hos verket kan dessa godkännas för vidare drift, med koppling till hälsa och säkerhet i övrigt. Metoder för certifiering har redan tagits fram i Tyskland och skulle kunna anpassas till svenska förhållanden.

Ett alternativ för att öka livslängden är att bolag som bygger vindkraft redan vid upphandling ställer krav om längre livslängd vilket skulle kunna bidra till ökad livslängd hos moderna vindkraftverk. Redan idag finns modeller med livslängder uppemot 30 år och detta är kanske bara början till en teknisk mognad där endast delar som tjänat ut byts ut liknande som för vattenkraften.

Utvecklingen av smartare drift- och underhållsprocesser syftar till att minska den totala kostnaden för vindkraftverken under hela livslängden genom att reducera

mängden felavhjälpande underhåll. Att bättre förstå turbinerna och deras olika komponenters tillstånd har potential att öka livslängden, eftersom det ger en förståelse för vad som påverkar slitage och behovet av reparationer. Samtidigt är beslutet för när en vindkraftpark har uppnått sin livslängd i flera fall ett finansiellt beslut när det inte längre är lönsamt att reparera turbinerna. Ett sådant beslut kan tas innan alla komponenter är utslitna.

4.1.4 Ökad kvalitet hos de verk som återbrukas

Av de underlag som genomgått framgår det att det är aktuellt att lyfta vikten av god kvalitet hos verk som återbrukas. För att öka värdet och kvaliteten hos verk som återbrukas är det viktigt att möjliggöra produktspårning. Produktspårning innebär att se till verkets härkomst och tillverkning, att identifiera varje komponent och dess underhåll sedan installation och underlätta för kontroll och renoveringsprocess. Det är då värdefullt att se till dokumentation över produktion/drift och renoveringsprocess vilket kan öka köparens trygghet.



Nedmontering av vindkraftverk. Foto: Mats Flodman

4.1.5 Återbruk på nya marknader

Genom återanvändning av äldre renoverade vindkraftverk öppnas det upp för nya möjligheter att använda vindkraft på platser där investeringar i helt nya vindkraftverk tidigare varit för kostsamma. Då skapas också nya marknader för företag som renoverar och säljer vidare dessa vindkraftverk.

En marknad med stor potential för renoveringsbolag är medelstora vindkraftverk, där intressenter kan vara skolor, småföretag, jordbrukare och kommuner. Dessa intressenter letar efter sätt att minska kostnaderna för sina elräkningar. Storleken på verk varierar på mellan 500 till 1500 kW. Marknaden håller på att utvecklas i Sverige, däremot säljs de flesta mindre verk vidare till andra länder.

Garantier för återvunna vindkraftverk är idag på 2-5 år och livslängden för dessa anges till 10-15 år. Att investera i begagnade vindkraftverk innebär även kortare ledtider och lägre kostnader enligt rapporten (Ortegon et al, 2012) vilket kan vara en fördel för de som vill investera i små till medelstora vindkraftverk. Länder som utforskar förnybara energitekniker har intresse i andrahandsmarknaden som en del i deras energiportfolio. Drivkraften är att det inte finns intresse inom landet att satsa på infrastruktur kring egen tillverkningsindustri utan man är mer intresserad av att importera tekniken och få till stånd kommersiella handelsavtal.

Användningen av renoverade medelstora verk kan även potentiellt lösa energiförsörjning i landsbygdsområden där eldistributionsmöjligheterna är begränsade eller inte existerar. I båda fallen behöver analys av vindpotential, klimat och markegenskaper undersökas för en bra utbyggnad. Även olika länders policys och andra incitament behöver undersökas för utveckling av denna marknad.

Vid återbruk är också certifierade produkter attraktiva, likaså certifierade rekonditioneringsprocesser samt dokumentation om framgångsrika etableringar på nya platser. Garantier och teknisk dokumentation för verk som återanvänds är nödvändiga för en attraktiv andrahandsmarknad. Det är även en fördel om företag är specialiserade på olika varumärken/turbintyper (Ortegon et al, 2012)

Behovet av reservdelar ökar med ökat antal åldrande vindkraftverk och på samma sätt kan fler reservdelar finnas tillgängliga när verk monteras ned. Detta kan också beskrivas som en framtidsmarknad.

4.1.6 Designutveckling för ökad återvinning

Potentialen för ökad återvinning av olika komponenter är fortsatt hög. Utmaningen är att utveckla komponenter (materialteknik) med hög kvalitet och lång livslängd, med möjlighet till hög grad av återvinning. Livscykelanalyser används därför för att identifiera möjligheter till återvinning av hela verket i utvecklingsprocessen. Det pågår redan forskning i området men det behövs ytterligare forskning för utveckling av material som lämpar sig för återvinning och återbruk, kopplat till tillverkningsfasen, i samverkan med andra länder.

4.1.7 Anpassa tillståndens giltighetstid för återbruk

Vid renovering av befintliga vindkraftverk torde nuvarande tillstånds giltighetstid på 30-35 år vara tillräcklig. Det är dock viktigt att notera om tillståndstiden börjar gälla när tillståndet tas i anspråk eller då tillståndet vunnit laga kraft eftersom det påverkar drifttiden. Den nuvarande lagstiftningen möjliggör inte, vad Energimyndigheten kunnat utläsa, för förlängning av den befintliga giltighetstiden för tillståndsgivna parker.

En möjlighet om tillståndstiden inte skulle visa sig vara tillräcklig är att göra som Tyskland, där tillstånden kan förlängas på begäran om det finns bevis på stabilitet och säkerhet hos anläggningen. Då skulle ändringar i lagstiftning vara nödvändig och då gäller det inte bara för verksamheter som vindkraft.

4.2 Generationsväxling på samma plats

En generationsväxling kan sannolikt vara ett ekonomisk fördelaktigt alternativ jämfört med nyetablering då existerande infrastruktur kan återanvändas, samt att vindresursen är väl känd. Omgivningspåverkan bör också vara väl känd och accepterad, vilket minskar kostnaderna och riskerna kopplade till projektering av vindkraftsparken. Möjligheterna är dock beroende av platsens förutsättningar och omfattningen av generationsväxlingen.

Platser som byggdes ut tidigt har ofta generellt goda vindlägen men vindkraftverken som byggdes för uppemot 20 år sedan var små. Det finns god potential för effektivisering genom att ersätta dessa. Kostnadseffektivitet kan uppnås genom bättre erfarenheter, en utvecklad organisation internt, mer erfarna kunder, mer mogen bransch (som har mer relevanta förväntningar), bättre verktyg och bättre system. Svårigheten är ofta att det behövs en ny tillståndsprövning.

4.2.1 Tekniskt optimum och standardiserad teknik

Utvecklingen av vindkraftverkens höjd och effekt har sedan en längre tid gått fort framåt och det är rimligt enligt Energimyndighetens bedömning att anta att vindkraftverk på land i framtiden närmar sig ett tekniskt optimum där ett verk vid livstidens slut kan ersättas med ett i princip likadant. I dessa fall skulle fundament rimligen kunna återanvändas, om lasterna från verket inte har påverkat dess kvalitet, och eventuellt även andra delar av vindkraftverket likaså annan intilliggande infrastruktur.

Då vindkraftverken på sikt når en mer standardiserad³ teknik skulle byte av befintliga verk kunna bli en naturlig del av livslängden för en större vindkraftspark. Detta är också en tillståndsfråga men i ett ekonomiskt perspektiv skulle detta kunna sänka kostnaden för nyinstallation av verk samt höja livslängden för en vindpark avsevärt. När den tekniska utrustningen och infrastrukturen redan är etablerad och projekteringstiden kan förkortas avsevärt (möjligen även enklare att få tillgång till kapital) så kan kostnadsreduktionen bli

³ Med standardiserad menas först och främst att ett nytt verk inte skiljer sig så mycket från det gamla med avseende på effekt, elproduktion, fullasttimmar, tornhöjd och rotordiameter.

stor. Mer standardiserade verk skulle också kunna innebära att det blir vanligare att byta ut enskilda delar av verket, så som rotorblad, snarare än hela verket. I dagsläget får en producent inga elcertifikat för detta annat än för den ökade produktionen.

4.2.2 Förenklad tillståndprocess vid generationsväxling

Vid generationsväxling behöver i princip ett nytt tillstånd sökas för verksamheten. Denna process skulle kunna förenklas och effektiviseras då flera av de faktorer som avgör om bolaget får tillstånd är väl kända. Tidigare genomförda bedömningar och inventeringar av miljökonsekvenser skulle kunna utvecklas med kunskap och erfarenheter från drifttiden på den specifika platsen samt från genomförda kontrollprogram, och kompletteras utifrån vilken modell av vindkraft som avses uppföras. Vindförhållanden och övrig vinddata från platsen är väl dokumenterad och kan visa på att platsen är synnerligen lämplig för vindkraft. Det behövs inte göras en ny avvägning mellan olika riksintressen då markanvändningen inte ändras. Mycket av den infrastruktur som är etablerad kan återanvändas och förstärkas vid behov. Denna möjlighet förutsätter också att lagstiftningen är densamma, annars behöver anpassning ske.

Ett alternativ i den inledande fasen när ett tillstånd söks är att giltighetstiden kan regleras så att det finns marginal för flera generationer vindkraft om det är samma typ av verk. Olika fabrikat av vindkraftverk med samma storlek och samma belastningar på fundament kan definieras genom särskild certifiering av vindkraftverksmodellerna.

För en stor andel av de vindkraftverk som byggdes för 15 till 20 år sedan är det uteslutet att söka nya tillstånd för moderna vindkraftverk vid ett generationsskifte. Det kan bero på flera saker men en av de främsta är att man då byggde små verk jämfört med idag och att de ofta placerades nära hus. Att ersätta dessa verk med moderna turbiner skulle kunna ha en annan påverkan på omkringliggande bebyggelse vilket troligen skulle försvåra för generationsväxlingar inom tätbefolkade områden. Att återetablera med mindre vindkraftverk skulle vara en möjlighet om det är ekonomiskt fördelaktigt för ägarna.

När tekniken optimerats eller när är vindkraftverk på land nått standardisering skulle tillståndets giltighetstid kunna anpassas till att redan från början omfatta minst två generationer vindkraft alternativt omfattas av icke tidsbegränsade tillstånd. Vilket skulle kunna jämföras med en bil där tekniken är standardiserad. Nya bilar genomgår certifiering innan de släpps på marknaden och den befintliga bilparken kontrolleras vid bilprovningen. Nya vindkraftverk skulle då kunna etableras utan ny tillståndsprövning då tillståndet inte är tidsbegränsat.

4.2.3 Utveckling av styrmedel

Grundtanken med elcertifikatsystemet är att investeringskapitalet ska vara återbetalt efter 15 år och att intäkterna från försäljning av el därefter ska kunna täcka kostnaden för drift- och underhåll. Med dagens låga elpris kan utvecklingen ha blivit förändrad och det behöver utredas om det kan uppstå situationer där det

är ekonomiskt fördelaktigt att nedmontera ett vindkraftverk innan den tekniska livslängden har uppnåtts. I Energimyndighetens rapport (Energimyndigheten, 2016) inför kontrollstation 2017 för elcertifikatsystemet anges ett förslag om att det ska ha gått cirka 20 år från det att den första tilldelningen sker till att en ny tilldelningsperiod kan påbörjas. Syftet är att minska risken att anläggningar byggs om enbart för att stödet upphör eller att anläggningar optimeras för enbart 15 års drift.

Andra orsaker till att vindkraftverk monteras ned tidigare än avsett kan vara haverier och brist på reservdelar på andrahandsmarknaden då vissa äldre turbinmodeller inte längre tillverkas.

Enligt föreskriften gällande omfattande renoveringar behöver en stor andel av verket bytas till helt nya komponenter för att få förnyade elcertifikat. Dessa regler, om att det är nya komponenter som krävs, skulle kunna ha påverkan på möjligheten för återbruk av renoverade komponenter varför denna del skulle undersökas och utvecklas. I de fall ett bolag står inför en omfattande renovering av sitt verk uppstår frågan om det finns ekonomiska incitament för att byta en havererad komponent till en fabriksny istället för att återbruka en renoverad komponent i syfte att få förnyade elcertifikat. Vid ett sådant tillfälle behöver det vara tydligt vilka möjligheter som finns i elcertifikatsystemet.

Skulle det visa sig att stödsystemet har önskad påverkan kan det vara lämpligt att se till hur elcertifikatsystemet mer skulle kunna omfatta generationsväxlingar där huvudkomponenter återanvänds för en än mer resurseffektiv vindkraftsutbyggnad och längre livslängder.

5 Förstudiens förslag

Förslag på fortsatta initiativ som förstudien identifierat som viktiga för återbruk, återvinning och generationsväxlingar i framtiden. Förslagen är uppdelade utifrån initiativ som ligger inom Energimyndighetens ansvarsområde, initiativ som sker i samverkan med andra myndigheter och aktörer samt uppslag till fortsatt forskning inom området.

5.1 Uppgifter för Energimyndigheten

Förslag på initiativ som skulle kunna utföras av Energimyndigheten:

Omvärldsbevakning av faktiska nedmonteringar

Genom att studera de nedmonteringar som sker i Europa samt undersöka hur genomförda generationsväxlingar hanteras internationellt kan viktiga lärdomar dras inför kommande hantering i Sverige. Det kan gälla erfarenheter från återvinningsprocesser, omvänd logistik samt att dra slutsatser om vilka förberedelser som krävs i Sverige för en optimerad process.

Ökad statistik och kunskap om nedmontering och återbruk

- **Föra statistik över genomförda nedmonteringar i Sverige**
Ett sådant exempel skulle kunna vara en sammanställande studie som uppdateras årligen med ny statistik. En sådan skulle lättare tas fram med en gemensam, obligatorisk projektportal.
- **Prognoser för kommande nedmonteringar**
Det är även viktigt att kunna bedöma när olika produktionsanläggningar i ett land behöver förnyas exempelvis vid utformning och utvärdering av styrmedel
- **Ta hänsyn till generationsväxlingar för att upprätthålla förnybar energiproduktion i energisystemet**
Verka förutseende för en fortsatt utbyggnad av vindkraft eller andra förnybara energikällor som står i nivå och svarar upp med utbyggnad i den takt som nedmontering av befintliga kraftverk kommer att ske. Generationsväxlingar kommer att spela stor roll för systemet.

De två sista punkterna är något som till viss del pågår och har analyserats i kontrollstationen för elcertifikatsystemet 2017.

Studera elcertifikatsystemets anpassning till nya energislag

Med tanke på den växande marknad rörande verk över 15 år som håller på att formas i Sverige bör frågan om hur elcertifikatsystemet påverkar livslängden och möjlighet för generationsväxlingar undersökas.

Regelverkets anpassning till energislag som behöver generationsväxlas bör därmed utredas. Enligt rapporten om kontrollstation 2017 bör även möjligheten för att ansöka om ny tilldelningsperiod utredas närmare.

- **Studera vilka variabler som påverkar aktörers beteenden**
Omställningen till ett hållbart energisystem kräver även kunskap och förståelse om samspelet mellan teknik och aktörers beteenden. Vilka faktorer och variabler som påverkar beslut om renovering eller återanvändning behöver utredas för att kunna ta slutsatser om påverkan av ekonomiska incitament, politiska instrument, osäkerhet gällande livslängd, andrahandsmarknader och framtida tillstånd.

Verka för svensk näringslivsutveckling

I och med att nedmontering av vindkraft, renovering och försäljning till andrahandsmarknader blir vanligare skapas nya behov av tjänster och företag. Energimyndigheten skulle kunna verka för en utveckling där dessa nya affärsmöjligheter kommer svenskt näringsliv tillgodo.

5.2 Initiativ i samverkan med andra aktörer

Förslag på initiativ som kan göras i samverkan med andra aktörer:

Ta fram certifiering och standarder

Energimyndigheten kan ta initiativ till att i samarbete med tillverkare, energibolag med erfarenhet av drift- och säkerhetsfrågor samt andra aktörer som exempelvis tillsynsmyndigheter och andra centrala myndigheter, ta fram nödvändiga certifieringar och standarder med inspiration från vår omvärld.

- **Utveckla standarder för nedmonteringsmetoder**
Genom att ta tillvara internationell och nationell kunskap kan hanteringen vid nedmontering optimeras i samverkan med verksamhetsutövare och turbintillverkare.
- **Standard/certifiering för fortsatt bruk**
Certifierade inspektörer som kan verifiera livslängd kan öka säkerheten för ägarna och öka viljan att förlänga livslängden genom investeringar i renovering samt certifierade rekonditioneringsprocesser.
Energimyndigheten kan vara drivande i detta förslag i samverkan med verksamhetsutövare, turbintillverkare och tillsynsmyndigheter.
- **Certifiering av produkter för lättare värdering**
Vid försäljning av begagnade verk och komponenter från vindkraftverk kan det behövas en certifiering för att utveckla och säkerställa en trygg andrahandsmarknad.
- **Produktspårning/ID-nummer**
Ett alternativ för att underlätta produktspårning kan vara att vindkraftverk och dess komponenter har separata ID-nummer som

förvaras i en databas. Energimyndigheten skulle kunna utreda vilka som bör ansvara för databasen i samverkan med bolagen som bygger och driver vindkraftverk.

- **Förenklad tillståndprocess vid återetablering**

Energimyndigheten avser att ta initiativ till att tillsammans med Länsstyrelser, Naturvårdsverket och andra berörda aktörer diskutera hur tillståndprocessen kan hanteras vid generationsväxlingar och om det är möjligt att exempelvis korta ner/förändra tillståndprocessen för att underlätta en återetablering.

- **Ökad tillgänglighet till vindkraftverkens dokumentation**

För att möjliggöra optimerade processer, renoveringar och nedmonteringar behövs tillgång till dokumentation om vindkraftverken så som drift och underhållsdata, materialinnehåll, rivningsplaner, demonteringsinstruktioner, dimensioneringsdata samt dokumentation tidigare gjorda renoveringar.

I samarbete med branschen skulle en insats kunna göras för att tillgängliggöra viktig dokumentation. Dokumentationen är även viktig för värdet i på andrahandsmarknaden.

- **Smartare drift- och underhållsprocesser**

Att bättre förstå turbinerna och deras olika komponenters tillstånd kan öka livslängden, eftersom det ger en förståelse för vad som påverkar slitage och behovet av reparationer. Utveckling av strategier för planerat underhåll tillsammans med övervakning av kritiska delar i vindkraftverket minskar livscykelkostnaden. Utveckling och incitament för att användningen av "life extension programs" ökar bör undersökas närmre och vilka uppdateringar som kan göras i nutida verk för längre livslängder. Energimyndighetens roll kan vara stödjande i detta arbete.

5.3 Förslag på initiativ till fortsatt forskning kring återbruk:

Optimering och utveckling av återbruksprocesser i Sverige

Det finns en stor potential för att öka återbruk och återvinning av delar såsom exempelvis maskinhus, rotorerna och generatorerna. Planering och förberedelse av logistiska utmaningar är av största vikt för att optimera och öka hanteringen av verk som återanvänds respektive återvinns. Genom detta kan andelen råmaterial och import av kritiska material minimeras. Se processbild (figur 5) steg 9-17.

Fördjupad förståelse för slitage i kallt klimat

För att säkerställa en optimerad livslängd även vid svenska förhållanden och i kallt klimat, måste metoder för att minska slitage vid is och temperaturvariationer utvecklas ytterligare. Huruvida det finns fler utmaningar med kallt klimat behöver undersökas.

Fördjupad kunskap om nedmontering och återbruk i LCA:er

Då endast en mindre del av befintliga livscykelanalyser (LCA) berör slutanvändningsfasen bör forskningsinstanser verka för att LCA-analyser inkluderar denna del samt gör beräkningarna mer transperanta. En eller flera examensarbetare skulle även kunna kopplas till Energimyndigheten. Även jämförelser mellan olika verkstyper kan vara av intresse vid prioriteringar vid upphandlingar.

Forskning på olika material och metoder

Forskning på nya material och olika återvinningsmetoder skulle kunna intensifieras. Även jämförelser mellan olika alternativa material och metoder borde utföras noggrannare för att ge underlag för teknikutveckling.

6 Slutsats

Energimyndigheten har genom denna förstudie undersökt med olika aktörer om hur aktuella frågor om återbruk och återvinning av vindkraftverk är. Myndigheten har även kartlagt en viss del av den forskning som pågår nationellt och internationellt sett. Även om det pågår mycket forskning och utveckling av vindkraftverk, både vad gäller ytterligare designutveckling för nya verk och återbruk av äldre vindkraftverk, finns det mer att göra. För Energimyndighetens del är det viktigt att följa utveckling kring återbruk och återvinning men också se till hur kommande nedmonteringar har påverkan på elsystemet som helhet. En fördjupad kartläggning av forskningen skulle behöva göras för att få en helhetsbild och följa utvecklingen internationellt sett.

Inom forskningen skulle livscykelanalyser som på ett transparent sätt inkluderar ett vindkraftverks slutfas och möjligheter till återbruk vara intressanta för en än mer hållbar vindkraftsutbyggnad. Fler faktiska fall kommer att kunna ingå i forskningen framöver då fler nedmonteringar blir aktuella i Sverige och andra delar av världen. Kopplingen till kallt klimat är intressant då det speglar svenska förhållanden och möjligheten för ökade livslängder och generationsväxlingar.

Det finns stora möjligheter till återbruk av vindkraftverk och utveckling av effektiva metoder för återvinning av vindkraftskomponenter. En framtida marknad för återförsäljning av äldre vindkraftverk förutspås samt en spirande marknad för drift- och underhållsföretag som servar både nya och gamla vindkraftverk är möjlig. Flera projekt skulle kunna drivas i samverkan mellan Energimyndigheten och andra aktörer för att utveckla och skapa en marknad i Sverige.

Ser man till möjligheten för generationsväxlingar av vindkraftverk på samma plats finns fördelar men också utmaningar med detta. Vindförhållanden är väl kända och möjligheter finns för ett visst återbruk av befintlig infrastruktur vilket gör att platsen blir attraktiv och det kan finnas kostnadsfördelar. Utmaningar finns både när det gäller hur tillståndsprocessen kan effektiviseras vid återetablering men också hur elcertifikatsystemet skulle kunna anpassas för en andra generation vindkraft på samma plats. Det senare skulle behöva undersökas närmare.

Energimyndigheten avser att ha en aktiv roll i denna utveckling av vindkraften i Sverige, både i egen regi och i samverkan med andra aktörer och länder. Det långsiktiga målet med förstudien var att öka vindkraftens hållbarhet. Bara genom att lyfta frågan om återbruk och återvinning skapas intresse för framtida generationer av vindkraft.

7 Litteraturförteckning

- A Bonou, S. I. (2015). Intruducing life cycle thinking in product development - A case fron Siemens Wind Power. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 45-48.
- Abrahamsson, C. (2014). *Miljöpåverkan, hälsopåverkan och LCC för direktdrivna kontra växellådsdrivna vindkraftverk med avseende på deras innehåll av jordartsmetaller*. Stockholm: KTH School of Industrial Engineering and Management.
- Andersson, M. (2016). *Vindkraftverk med trätorn miljöpåverkan och kostnad i jämförelse med ståltorn*. Stockholm: Kungliga tekniska högskolan.
- Aso, & Cheung. (2015). Towards greener horizontal-axis wind turbines: analysis of carbon emissions, energy and costs at the early design stage. *Journal of Cleaner Production*, 263-274.
- BWE Grundsätze. (u.d.). *BWE Grundsätze - für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen*.
- Demir and Taskin. (2013). Life cycle assessment of wind turbines in Pinarasi-Kayseri. *Journal of Cleaner production*, 253-263.
- Energiforskning.dk. (den 6 mars 2016). Hämtat från energiforskning.dk: http://energiforskning.dk/da/projects/detail?program=All&teknologi=67&lokalitet=All&start=&slut=&field_status_value=All&keyword=&page=0
- Energimyndigheten. (2016). *Kontrollstation 2017 för elcertifikatsystemet ER 2016:19*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Energimyndigheten och Naturvårdsverket. (2016). *Vägledning om nedmontering av vindkraft, på land och till havs*. Eskilstuna: Energimyndigheten, ET 2016:11.
- Garett och Rønde. (2013). Life cycle assessment of wind power: Comprehensive results from a state-of-the-art approach. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 37-48.
- Genvind. (Augusti 2016). Hämtat från Teknologisk institut: <http://www.teknologisk.dk/genvind/35106>
- Guezuraga et al. (2012). Life cycle assessment of two different 2MW class wind turbines. *Renewable Energy*, 37-44.
- Haapala and Prempreeda. (2014). Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind turbines. *Int. J. Sustainable Manufacturing*, 170-185.
- L. Aldén et al. (2013). *Nedmontering av vindkraftverk och efterbehandling av platsen*. Uppsala Universitet Campus Gotland.
- Lee and Hashim. (2014). Modelling and optimization of CO2 abatement strategies. *Journal of Cleaner Production*, 40-47.
- M Veljkovic m.fl. (2009). *High-strength tower in steel for wind turbines (HISTWIN)*. Hämtat från High-strength tower in steel for wind turbines (HISTWIN): https://pure.ltu.se/portal/files/41563266/KINA25127ENN_002.pdf den 22 08 2016

- MarCon Wind Power. (den 29 September 2016). Hämtat från <http://marconwind.com/>
- Mark- och miljööverdomstolen. (2014). M 9473-13.
- Mark- och miljööverdomstolen. (2015). M 2942-15.
- Martinez et al. (2009). Life cycle assessment of a multi-megawatt wind turbine. *Renewable Energy*, 667-673.
- Metalliska material. (den 18 08 2016). Hämtat från Centrum för högpresterande stål: <http://www.metalliskamaterial.se/en/research/chs-stalbyggnad-doktorandprojekt/>
- Meunier and Tremeac. (2009). Life cycle analysis of 4.5 MW and 250W wind turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2104–2110.
- Ny metod återvinna permanentmagneter. (den 03 09 2015). Hämtat från Ny teknik: <http://www.nyteknik.se/energi/ny-metod-atervinna-permanentmagneter-6344922> den 22 08 2016
- Ortegon et al. (2012). Remanufacturing An Alternative for End of Use of Wind Turbines. *Leveraging Technology for a Sustainable World*, 155-160.
- Ortegon et al. (2013). Preparing for end of service life of windturbines. *Journal of CleanerProduction*, 191-199.
- Price and Kendall. (2012). Wind power as a case study: Improving LCA reporting to better enable meta-analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 22-27.
- SWPTC. (den 26 augusti 2016). SWPTC. Hämtat från SWPTC: <http://www.chalmers.se/sv/centrum/SWPTC/forskning/Sidor/Temagrupp-2.aspx> den 26 augusti 2016
- T Edeskär m.fl. (2009). *Grundläggning av vindkraftverk med hänsyn till tjäle*. Hämtat från Grundläggning av vindkraftverk med hänsyn till tjäle: https://pure.ltu.se/portal/files/3570874/Grundl_ggning_av_vindkraftverk.pdf den 22 08 2016
- Techera and Chandler. (2015). Offshore installations, decommissioning and artificial reefs: Do current legal frameworks best serve the marine environment. *Marine policy*, 53-60.
- Wahlsten, M. (2013). *Hållbarare vindkraft med mobila betongfabriker*. Hämtat från Hållbarare vindkraft med mobila betongfabriker: <http://www.vindkraftsnyheter.se/2013/05/h-llbarare-vindkraft-med-mobila-betongfabriker> den 22 08 2016
- Windpower, A. (2009). *Pilotprojekt vindkraft förbättrad fundamentsdesign*. Oxhult: Arise windpower.

Ett hållbart energisystem gynnar samhället

Energimyndigheten arbetar för ett hållbart energisystem, som förenar ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

Vi utvecklar och förmedlar kunskap om effektivare energianvändning och andra energifrågor till hushåll, företag och myndigheter.

Utvecklingen av förnybara energikällor får stöd av oss, liksom smarta elnät och framtidens fordon och bränslen. Svenskt näringsliv får möjligheter till tillväxt genom att förverkliga sina innovationer och nya affärsidéer.

Vi deltar i internationella samarbeten för att nå klimatmålen, och hanterar olika styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter. Vi tar dessutom fram nationella analyser och prognoser, samt Sveriges officiella statistik på energiområdet.

