

Från avfall till resurs

Förslag för en mer cirkulär hantering av solcellspaneler och vindturbinblad

Energimyndighetens publikationer kan laddas ner
eller beställas via energimyndigheten.se

Statens energimyndighet, mars 2024

ER 2024:11

ISSN 1403-1892

ISBN (pdf) 978-91-7993-164-3

Grafisk form: Energimyndigheten (omslag), Arkitektkopia AB (inlaga)

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

Förord

En fortsatt utbyggnad av fossilfri elproduktion är av stor vikt för att vi ska kunna nå Sveriges energi- och klimatmål. För att utbyggnaden i sig ska vara hållbar är det viktigt att vi redan nu planerar för hur avfallet från dessa elproduktionsanläggningar ska förebyggas, minimeras och sedan hanteras.

Det finns redan i dagsläget aktörer som har utvecklat och håller på att utveckla ett flertal olika lösningar för ökad cirkularitet. Dessa möjligheter kan tas tillvara och främjas genom regelbunden kartläggning och genom att arbeta gemensamt inom EU. Genom ett sådant arbete finns det också större möjligheter att etablera industriella värdekedjor i Sverige för hanteringen av avfallet från solcellspaneler och vindturbinblad.

En cirkulär hantering av avfall ger ett betydligt mindre avtryck på miljön än det som en linjär hantering ger upphov till. Det är viktigt att de aktörer som tillhandahåller fossilfri elproduktion tar ansvar under hela livscykeln och att det finns goda förutsättningar för aktörerna att göra det. I regleringsbrevet för 2023 fick vi i uppdrag av regeringen att utreda hur solcellspaneler och vindturbinblad till vindkraftverk i högre utsträckning ska kunna tas om hand på ett giftfritt och cirkulärt sätt i enlighet med avfallshierarkin. Redovisningen av regeringsuppdraget baseras på en underlagsrapport som har tagits fram av forskningsinstitutet RISE. Rapporten och dess förslag har stämts av med Naturvårdsverket och vissa justeringar av förslagen har gjorts utifrån Naturvårdsverkets kommentarer. Tack till alla som har delat med sig av sin kunskap och varit engagerade i arbetet med rapporten.

Rapporten bidrar med en kartläggning av vilka olika möjligheter som finns för avfallshanteringen av vindturbinblad och solcellspaneler idag. Därtill redovisas en rad åtgärdsförslag och en konsekvensanalys av dessa. Genom att utföra de åtgärdsförslag som presenteras i rapporten skapas bättre förutsättningar att hantera de avfallsmängder från solcellspaneler och vindturbinblad som förväntas öka de kommande åren. Förslagen förväntas bidra till att i större utsträckning göra avfall till resurs vilket är nyckeln i den cirkulära ekonomin.

Lena Callermo
Ställföreträdande generaldirektör Energimyndigheten

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Uppdraget och dess genomförande	5
2 Introduktion till cirkularitet	6
2.1 Från linjärt till cirkulärt	6
2.2 Avfallshierarkin: relation till cirkularitet	8
3 Bakgrund vindturbinblad	9
3.1 Avfallsmängder	9
3.2 Befintliga och förväntade regelverk	10
3.3 Avfallshantering	11
4 Bakgrund solcellspaneler	16
4.1 Avfallsmängder	17
4.2 Befintliga och förväntade regelverk	18
4.3 Avfallshantering	19
5 Åtgärdsförslag	23
5.1 Förslag för att nå tillräckliga avfallsvolymer för lönsam hantering	23
5.2 Förslag kring behov av stöd	25
5.3 Förslag för ökad korrekt anmälan av producentansvar för solcellspaneler	27
5.4 Förslag för bättre informationsunderlag	29
6 Konsekvensanalys vindturbinblad	34
6.1 Nollalternativet	34
6.2 Konsekvenser av åtgärdsförslagen	35
7 Konsekvensanalys solcellspaneler	38
7.1 Nollalternativet	38
7.2 Konsekvenser av åtgärdsförslagen	39
Referenser	41

Sammanfattning

De senaste åren har installationerna av både solcellspaneler och vindkraftverk ökat kraftigt i Sverige, och etableringarna förväntas fortsätta öka även framöver. Detta medför att också avfallsmängderna kommer öka längre fram. Den som är ansvarig för avfallet ska se till att följa avfallshierarkin som finns lagstadgad i miljöbalken 15 kap 10 §. Avfallshierarkin består av en prioriteringsordning där avfallet i första hand ska förebyggas, i andra hand förberedas för återbruk, i tredje hand materialåtervinnas, och om det inte är möjligt återvinnas på annat sätt eller som sista alternativ bortskaffas. Som situationen ser ut idag krävs det åtgärder för att avfallet ska kunna hanteras så högt upp i avfallshierarkin som möjligt.

Det kommer innebära stora förändringar att gå från linjära till cirkulära värdekedjor där avfall återbrukas eller blir till nya resurser genom återvinning. Denna rapport presenterar ett antal förslag som adresserar en liten del av problematiken och för att ställa om till ett cirkulärt samhälle krävs en bredare översyn av elproduktionen än för enbart solcellspaneler och vindturbinblad. En sådan översyn behöver se till både design av elproduktionsanläggningarna och dess ingående komponenter för att möjliggöra hantering högt upp i avfallshierarkin och till hantering i slutet av anläggningens livslängd.

Det finns ett behov av förbättrade informationsunderlag eller register för både solcellspaneler och vindturbinblad, dels för att kunna göra en mer träffsäker bedömning av när i tid de stora avfallsvolymerorna kan förväntas, dels för att kunna göra ett informerat val av metod för en avfallshantering utifrån materialkomposition. Ett sådant register behöver vara obligatoriskt och kompatibelt med andra eventuella kommande informationskrav, från exempelvis det reviderade ekodesigndirektivet.

Ett obligatoriskt register möjliggör också att prognoser kring tillkommande elproduktion kan förbättras. Sådana synergieffekter kan därmed förbättra hur både vind- och solkraft kan integreras i elsystemet i dagsläget och hur de skulle kunna göra det i framtiden.

Vindturbinblad

Eftersom det kan förväntas större mängder avfall av glasfiberkompositer från vindturbinblad men även andra produkter i samhället som exempelvis fritidsbåtar finns det efter 2030 ett behov av att lämpliga alternativ för avfallshantering så högt upp i avfallshierarkin som möjligt finns på plats i tillräckligt stor skala.

I dagsläget finns ett ekonomiskt jämförbart alternativ till deponi och energiåtervinning i form av samförbränning i cementindustrin. Det är dock en hanteringsmetod som hör till kategorin Annan återvinning i avfallshierarkin, vilket betyder att den inte kan anses vara cirkulär ur ett långsiktigt perspektiv. Det är dock en lösning som är ett betydligt bättre alternativ än deponi och energiåtervinning.

En lösning som både är högt upp i avfallshierarkin och som skulle kunna bli jämförbar ekonomiskt är återanvändning. I dagsläget finns det tillämpningar av återbruk där vindturbinbladen används på ett nytt vindkraftverk eller för att konstruera till exempel broar och stolar.

Utifrån bedömningen av när det kommer finnas tillräckliga avfallsvolymer av kan det efter 2030 finnas ett behov av en eller flera lösningar för återvinning av glasfiberkompositer i Sverige. För att hanteringen ska kunna vara samhällsekonomiskt och miljömässigt effektiv är det dock viktigt att man har ett helhetsperspektiv, där möjligheter för en optimal hantering kan innebära att man samarbetar kring hanteringen på nordisk eller nordeuropeisk nivå.

Solcellspaneler

För solcellspaneler är situationen kring avfallshanteringen tudelad. Å ena sidan finns pågående arbete på EU-nivå med att ta fram ekodesignkrav. När det implementerats kommer det att finnas goda möjligheter till en effektiv hantering högt upp i avfallshierarkin.

Å andra sidan finns en mängd solcellspaneler som redan sitter uppe eller som kommer ha hunnit sättas upp innan ekodesignkraven har slagit igenom. Av dessa solcellspaneler är det endast ett fåtal som kommer ha ett behov av avfallshantering i närtid, på grund av skada eller defekt. Dessa bedöms kunna hanteras på ett acceptabelt sätt tillsammans med annat elektronikavfall och kräver därför inga ytterligare åtgärder. För övriga solcellspaneler som kommer sitta uppe ungefär den förväntade livslängden, bedöms det finnas gott om tid att hinna utveckla lämpliga lösningar för att nära 100 % av solcellspanelerna ska kunna materialåtervinnas.

En eventuell bedömning av om det är lämpligt med en materialåtervinningsindustri i Sverige behöver göras närmre i tid till att solcellspanelerna behöver tas omhand. Här är det också viktigt att man ser till de internationella möjligheterna för att kunna få till en effektiv och samhällsekonomisk hantering.

1 Uppdraget och dess genomförande

Regeringen gav i regleringsbrevet för 2023 Energimyndigheten i uppdrag att utreda hur solcellspaneler och vindturbinblad i högre utsträckning ska kunna omhändertas på ett giftfritt och cirkulärt sätt i enlighet med avfallshierarkin. Uppdragets redovisning kan inkludera förslag på åtgärder och författningsförslag i det fall det är relevant. Den kan även innehålla en konsekvensbedömning av samhällsekonomiska effekter, bedömning av förväntat miljö- och klimatnytta och effekter för berörda aktörer. Energimyndigheten ska inom uppdraget samverka med Naturvårdsverket och berörda aktörer. Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet (Klimat- och näringslivsdepartementet) senast den 31 mars 2024.

Energimyndigheten har inom uppdraget anlitat RISE Research Institutes of Sweden för att ta fram en underlagsrapport. RISE har inom arbetet med underlagsrapporten genomfört två hearings med berörda aktörer för att få in deras synpunkter. Dessa synpunkter har också beaktats i framtagandet av de åtgärder som RISE föreslagit. Stora delar av denna redovisningsrapport är kondenserat från RISE underlagsrapport, särskilt kapitel 3–4 och 6–7. Underlagsrapporten bifogas i separat fil till denna redovisning.

Samverkan med Naturvårdsverket har pågått under hela uppdragets genomförande men särskilt i och med framtagandet av underlagsrapporten och denna redovisningsrapport.

2 Introduktion till cirkularitet

Den här rapporten tar avstamp i att det är nödvändigt att de material och resurser som möjliggör energi och klimatomställningen framställs och användas på ett energibesparande och resurseffektivt sätt.

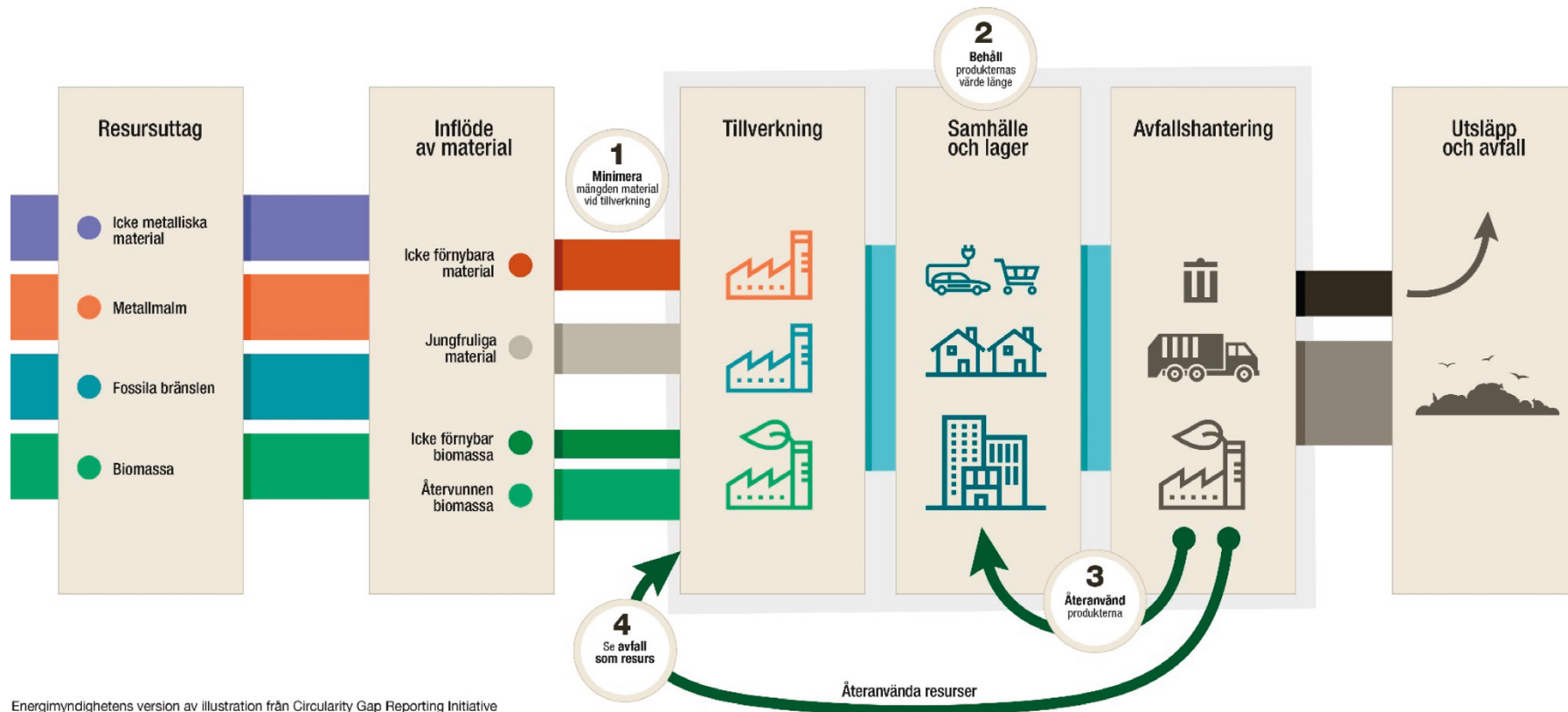
2.1 Från linjärt till cirkulärt

Dagens produktions- och avfallshantering bygger fortfarande nästan uteslutande på att linjära flöden, där jungfrulig råvara omvandlas till produkter, finns kvar ett antal år i samhället, för att sedan hanteras som avfall, se Figur 1. Endast 7 procent av alla resurser som utvinns i världen gick tillbaka till produktion av nya varor år 2023¹.

Det finns ett antal strategier för att sluta gapet mellan hur mycket resurser som förs in i systemet i förhållande till hur mycket som kommer tillbaka som recirkulerade råvaror:

1. **Minimera** material som används vid tillverkningen av produkten. För vindturbinblad och solceller betyder det att det går åt mindre material per kilowattimme som kan produceras.
2. **Behåll** produkternas värde länge. Ju längre vindturbinbladen eller solcellerna bibehåller sin prestanda desto längre dröjer det innan de behöver ersättas med nya (och nya material behövs).
3. **Återanvänd** produkter igen. Ju mindre man behöver göra med materialet i vindturbinbladen och solcellerna för att kunna återanvända dem, desto mer resurseffektivt. Om materialen behöver genomgå komplicerade processer för demontering och behandling innan de kan användas igen kostar det både pengar och resurser.
4. Se **avfall som resurser**. Återanvänd de ingående materialen som råvara till nya produkter när vindturbinbladen eller solcellerna inte längre kan användas i sin ursprungliga form.

¹ Circular Economy Foundation, The Circularity Gap Report 2023. https://assets-global.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/63ecb3ad94e12d3e5599cf54_CGR%202023%20-%20Report.pdf



Energimyndighetens version av illustration från Circularity Gap Reporting Initiative

Figur 1 Energimyndighetens version av illustration från Circularity Gap Reporting Initiative². Illustrationen visar flöden av material från resursuttag och inflöde av råvaror till tillverkning, användning i samhället och lagring och vidare till avfallshantering och slutligen till utsläpp och avfall. De fyra tidigare beskrivna strategierna visas också: minimera, behåll, återanvänd och se avfall som resurs.

² Circular Economy Foundation, The Circularity Gap Report 2023. https://assets-global.website-files.com/5e185aa4d27bcf34840ed82/63ecb3ad94e12d3e5599cf54_CGR%202023%20-%20Report.pdf

2.2 Avfallshierarkin: relation till cirkularitet

I Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/98/EG om avfall och upphävande av vissa direktiv har det upprättats ett ramverk för att minska avfallsmängderna som läggs på deponi. Ramverket kallas för avfallshierarkin och har även införts i miljöbalken. Avfallshierarkin består av en prioriteringsordning och består av följande fallande ordning:

1. Förebyggande
2. Förberedelse för återanvändning
3. Materialåtervinning
4. Annan återvinning (till exempel energiåtervinning)
5. Bortskaffande (deponi)

Intentionen med avfallshierarkins första steg är att i möjligaste mån se till att produkter använder så lite material som möjligt, att de håller länge och går att reparera. En lång livslängd möjliggör också att produkten eller de ingående materialen kan återanvändas av någon annan, på annan plats eller i en annan applikation än den ursprungliga. De två nedersta stegen i avfallstrappan är inte förenliga med cirkulär hantering, då de båda i praktiken innebär att material inte kan återanvändas som råvara igen.

Att ställa om produktions- och användningsmönster från linjära värdekedjor till cirkularitet är utmanande. Det är många aktörer som behöver ställa om sin produktion och affärsmodeller som behöver ändras i grunden för att det ska bli enklare och billigare att nyttja produkternas befintliga material som råvaror i stället för att som idag utvinna ändliga resurser.³

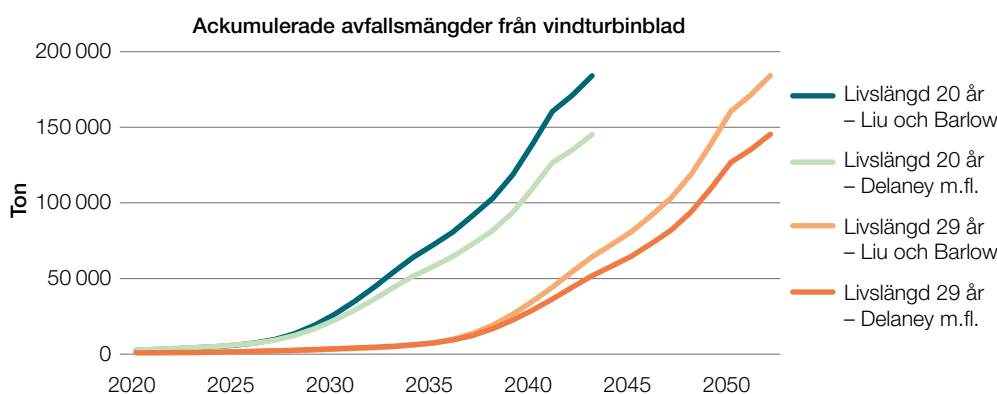
³ Energimyndigheten presenterade i rapporten Styrmedel för CCS och CCU en mängd förslag kopplat till omställningen av kol från linjära flöden till cirkulära flöden, vilket kopplar till exempel till användningen av plast. 2024, ER 2023:26.

3 Bakgrund vindturbinblad

Utbyggnaden av vindkraft är en viktig del i elektrifieringen av vårt samhälle. Samtidigt väntas antalet nedmonterade vindturbinblad, från vindkraftverk som når sin slutliga livslängd, öka kraftigt de kommande åren. Det finns flera möjliga alternativ för att hantera uttjänta vindturbinblad. En stor utmaning är dock att det inte finns någon etablerad industriell värdekedja för en hållbar hantering i Sverige.

3.1 Avfallsmängder

Vindturbinblad består till ungefär 80 procent av kompositmaterial som i sin tur består av glasfiber, kolfiber och härdplast⁴. Resterande 20 procent består av kärnmaterial (såsom plast och trä) samt lim och övriga material. I Figur 2 visas ett diagram med förväntade ackumulerade avfallsnivåer från vindturbinblad baserat på antalet registrerade vindturbiner⁵ och två olika antaganden om livslängder. Den tekniska livslängden är 20 år medan statistik från Danmark visar på en faktisk medellivslängd på 29 år⁶. Vikten uppskattas genom vindturbinernas installerade effekt utifrån ekvationer i två olika rapporter skrivna av Liu och Barlow⁷ samt Delaney med flera⁸. Vid en livslängd på 20 år blir den ackumulerade avfallsmängden mellan 145 000 och 180 000 ton straxt efter 2040. Vid en livslängd på 29 år blir den ackumulerade avfallsmängden mellan 145 000 och 180 000 ton straxt efter 2050.



Figur 2. Glidande medelvärde för scenarier över ackumulerade avfallsmängder från vindturbinblad, baserat på beräkningar gjorda av RISE.

⁴ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s.18-19.

⁵ Energimyndigheten och Länsstyrelserna, *Vindbrukskollen*, 2024. <https://vbk.lansstyrelsen.se/>

⁶ Abrahamsen, A.B., Beauson, J., Wilhelm Lund, K., Skov Madsen, E., Rudolph, D.P., Pagh Jensen, J., 2023, *Method for estimating the future annual mass of decommissioned wind turbine blade material in Denmark*, 2023.

⁷ Liu & Barlow, *Wind turbine blade waste in 2050*, 2017.

⁸ Delaney, E.L., McKinley, J. M., Megarry, W., Graham, C., Leahy, P.G., Bank, L.C., & Gentry, R., *An integrated geospatial approach for repurposing wind turbine blades. Resources, Conservation and Recycling*, 2021.

RISE har även tagit fram scenarier för framtida årliga avfallsvolymer av vindturbinblad fram till 2070. Dessa scenarier bygger på antaganden om vindkraftverkens livslängd, förhållandet mellan landbaserad och havsbaserad vindkraft samt Energimyndighetens prognoser om den årliga elproduktionen i Sverige från vindkraft mellan 2025 och 2050⁹. Vid en livslängd på 20 år väntas en avfallsmängd av kompositmaterial på ungefär 8 000 ton per år mellan åren 2030 och 2035. Från 2050 och framåt ökar avfallsmängden till mellan 20 000 och 30 000 ton per år. Vid en livslängd på 29 år förskjuts mängderna till framtiden och i stället väntas avfallet bli ungefär 2 000 ton per år mellan åren 2030 och 2029. Från år 2050 och framåt väntas avfallet bli mellan 15 000 och 20 000 ton per år.

Vindturbinblad klassas generellt som bygg- och rivningsavfall. Under 2020 genererades det 14,6 miljoner ton bygg- och rivningsavfall i Sverige.¹⁰ Av detta kom ca 14,3 miljoner ton från byggbranschen. Även i scenariot med högst avfall, 30 000 ton per år, framstår den prognosticerade mängden vindturbinblad relativt lite i relation till den totala mängden bygg- och rivningsavfall. Vid antagandet om en längre livslängd för vindkraftverken blir det tydligt att det kan ta lång tid innan det uppstår tillräckliga volymer för att utgöra underlag till nya återvinningsprocesser i industriell skala. Avfallsströmmar från andra likvärdiga glasfiberkompositer hittas i uttjänta fritidsbåtar, byggnadskonstruktioner och produktionsavfall från kompositindustri. Uttjänta fritidsbåtar har kartlagts av Havs- och vattenmyndigheten under 2023¹¹. Volymer från i dagsläget övergivna fritidsbåtar, cirka 400 000 stycken, uppskattas uppgå till 308 000 ton glasfiberkomposit och 7 000–13 000 ton årligen från uttjänta fritidsbåtar (9 000–17 000 stycken) från och med 2020.

3.2 Befintliga och förväntade regelverk

3.2.1 Deponiförbud

Enligt förordning (2001:512) om deponering av avfall 8 § 7 p. får organiskt avfall inte deponeras. Naturvårdsverket får genom 10 b § däremot meddela föreskrifter om undantag och om förutsättningar för Länsstyrelsens dispenser som meddelas enligt 10 a §. Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd (2004:4) om hantering av brännbart avfall och organiskt avfall 12 § säger att organiskt avfall med en homogen sammansättning som innehåller mindre än 10 viktprocent total mängd organiskt material kan undantas. Eftersom vindturbinblad normalt består av 30 % plast och trä ska de inte kunna deponeras i Sverige om inte Länsstyrelsen ger dispens. I Naturvårdsverkets föreskrifter kan dispens ges genom 18 § om det finns kapacitetsbrist eller genom 20 § om det finns särskilda skäl. Även om deponering väljs bort mer och mer så förekommer det i Sverige idag.

⁹ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s.18-24.

¹⁰ Naturvårdsverket, *Bygg- och rivningsavfall*, 2023. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfallslag/bygg--och-rivningsavfall/> (hämtad 2024-02-09)

¹¹ Havs- och vattenmyndigheten, *Regeringsuppdrag insamling och återvinning av fiskeredskap och fritidsbåtar Delrapportering om fritidsbåtar*, Dnr 911-2022.

3.2.2 Förbud mot förbränning av utsorterat bygg- och rivningsavfall

I Sverige finns det ett förbud mot att förbränna utsorterat bygg- och rivningsavfall. Detta beskrivs av Riksrevisionen¹² som efter kontakt med Naturvårdsverket konstaterar att det inte är tydligt om förbudet kan tillämpas på uttjänta vindturbinblad. När ett vindkraftverk tas ned ska det normalt omfattas av bestämmelser i avfallsförordningen om hantering av bygg- och rivningsavfall. Enligt 3 kapitel, 10 och 11 §§ i avfallsförordningen ska plast normalt sett sorteras ut och samlas in separat. Om det samlats in separat för att förberedas för återanvändning eller materialåtervinning får det enligt 19 § inte förbrännas. Naturvårdsverkets föreskrifter om undantag från krav på utsortering av bygg- och rivningsavfall (NFS 2020:07) 4 § säger dock att det finns ett undantag från krav på utsortering om avfallet sammanfogats på ett sätt som gör separering inte är tekniskt genomförbar. Naturvårdsverket menar på att vindturbinblad skulle kunna vara en sådan konstruktion.

3.2.3 EU saknar styrmedel för hantering av uttjänta vindturbinblad

Det finns inga övergripande styrmedel för hantering av vindturbinblad på EU-nivå. Däremot har vissa av länderna tagit ansvar genom att implementera egna styrmedel och andra länder har ändå etablerade industrier för avfallshantering. Till exempel har Tyskland, Frankrike, Nederländerna, Finland och Österrike olika slags styrmedel för vindturbinblad som bland annat innefattar deponiförbud. Därutöver har Irland, Spanien, Danmark och Storbritannien aktiva industrier inom återvinning och återanvändning.

3.3 Avfallshantering

Det finns många olika alternativ för avfallshantering från vindturbinblad vilka beskrivs nedan. Alternativen har dock kommit olika långt i teknisk utvecklingsgrad och används i olika stor utsträckning. I dagsläget finns det ingen svensk uppbyggd värdekedja för hantering av varken uttjänta blad eller kompositavfall och inte heller några etablerade svenska piloter. Däremot finns det forskargrupper som undersöker problematiken samt aktörer inom industrin som utvecklar återvinning och återanvändning. En rapport från Naturvårdsverket visar svårigheten med att kartlägga hanteringen av uttjänta vindturbinblad¹³. Vindturbinbladen som redan nu monteras ned i Sverige går troligtvis till energiåtervinning eller till återanvändning på andrahandsmarknaden.

3.3.1 Hantering inom avfallshierarkin Förebyggande

Det första steget i avfallshierarkin handlar om att förebygga uppkomsten av avfall. Nedmonteringen av en vindturbin kan bli framskjuten flera år om vindturbinen genomgår en livstidsförlängningsprocess. En sådan process kan handla om att enstaka blad byts ut eller repareras.

¹² Riksrevisionen, *Uttjänta solcellspaneler och vindturbinblad – statens insatser för en effektiv hantering*, RiR 2023:11.

¹³ Naturvårdsverket, *Kartläggning av plastflöden i Sverige 2020*, Rapport 7038, 2022.

Förberedelse för återanvändning

Transport och logistik är en vital del av värdekedjan, oavsett om bladen ska återanvändas eller återvinnas. Det kan handla om att transportera stora bladdelar eller mindre bitar som malts ner på platsen för nedmonteringen. Det är viktigt att det innan nedmonteringen framgår vad bladet ska användas till eftersom det avgör i vilken form det ska transporteras.

Idag finns det inte tillräcklig information om existerande och framtida vindturbinblad. Sammansättningen av material i enskilda vindturbinblad är oftast inte känd. Många stora tillverkare jobbar dock med att förbättra designen för återvinning och cirkularitet. För att bättre kunna följa strömmar av vindturbinblad och visa på deras materialsammansättning har det tagits ett initiativ att införa produktpass. Konceptet startades genom forskning inom projektet DecomBlades¹⁴. Under 2023 har flertalet bladstillverkare gått samman och visat på hur de planerar att börja använda sig av produktpass som kan innehålla information om bladets egenskaper.

Återanvändning

Det finns idag goda möjligheter att sälja vindturbiner på andrahandsmarknaden. En sådan försäljning kan ske både inom Sverige och till utlandet och skjuter den slutgiltiga avvecklingen framåt i tiden. Under omförsäljningen är det möjligt att renovera vindturbinbladen. Om bladen säljs utomlands kommer den slutliga avvecklingen också att ske där.

Det är också möjligt att i andra syften ta vara på vindturbinbladens kompositstruktur. Bladen har en lättviktsstruktur som är stark, styv och beständig vilket gör dem väl anpassade för belastningar. Efter mekaniska förändringar kan bladen i hela eller mindre bitar användas i tillverkningen av nya produkter. Gång- och cykelbroar, lekplatser, bänkar, fasadmaterial till parkeringshus och bullerplank är några exempel på användningsområden. En sådan återanvändning drivs i dagsläget både av affärsdrivande bolag samt av forskningsprojekt¹⁵. Kostnaden för att återanvända blad räknas till 400–1200 EUR per ton¹⁶.

Materialåtervinning

Mekanisk återvinning

Mekanisk återvinning har varit utforskat i närmare 50 år. Processen sker genom en mekanisk sönderdelning i kvarn till olika storleksfraktioner. Slutprodukt efter mekanisk återvinning av glassfiberkomposit är antingen i pulverform efter malning i flera steg, en blandning av fiber och plastmatris som kan användas som fyllnadsmedel i nya produkter, eller i form av korta glasfiber med rester av plastmatris som används som fiberförstärkning i plastprodukter. Mekanisk återanvändning har i jämfört med andra processer som pyrolys, solvolys och samförbränning i cementindustrin en relativt låg energiförbrukning. Det krävs dock distributörer och kvalitetssäkring för att implementera dessa som ersättningsprodukt i industrin. Dessutom är det en utmaning att det behövs stora volymer av samma kvalitet för att kunna etablera en marknad. En annan utmaning är att sammansättningen av blad-

¹⁴ DecomBlades, Blade manufacturers announce joint commitment to support recycling by providing material passports, 2023. <https://decomblades.dk/index.php/2023/04/25/638/> (hämtad 2024-02-09)

¹⁵ André, A., Kullberg, J., Nygren, D., Mattsson, C., Nedev, G. and Haghani, R. *Re-use of wind turbine blade for construction and infrastructure applications*, 2020.

¹⁶ RISE intervju med Business in Wind, Wim Robbertsen, oktober 2023.

materialet sällan är helt känd¹⁷. Det finns utvecklade anläggningar för mekanisk återvinning i flera länder. Kostnaden, i termer av mottagningsavgift, för mekanisk återvinning är liksom för återanvändning 400–1200 EUR per ton¹⁸. Den teknologiska mognadsgraden med tillhörande teknologisk risk, Technology Readiness Level (TRL), är väl utvecklad och bedöms ha värdet 9¹⁹.

Termokemisk återvinning – pyrolysis

Pyrolysis går ut på att vindturbinbladets hårdplast bryts ned vid 300–700 °C utan syre. Processen kräver stora mängder avfall för optimal funktion. Den innefattar hög energiförbrukning och flera för- och efterbehandlingsprocesser. Slutprodukterna blir pyrolysolja och glasfiber²⁰. Glasfibern och oljeprodukten kan återanvändas till nya produkter men kräver kostsam efterbehandling. Glasfibern blir kortare i fibrerna och kan därför inte användas på nytt i vindturbinblad. Snarare måste den hitta användningsområden i andra plastprodukter, som förstärkning eller fyllnad²¹. Idag finns ingen etablerad industri som tar emot uttjänta vindturbinblad för pyrolysis. Däremot finns det mindre kommersiella aktörer och projektbaserade pilotanläggningar under konstruktion²². Pyrolysis är en termokemisk process med relativt hög TRL-nivå, 6–7.²³

Kemisk återvinning – solvolys

I solvolys separeras plast och glasfiber i vindturbinblad via upplösning och nedbrytning av hårdplast med olika lösningsmedel, katalysatorer och vid olika temperatur mellan 100–400 °C och tryck upp till 250 bar. Processerna kräver en hög energiförbrukning samt flera för- och efterbehandlingsprocesser. Etablering av solvolys kräver stora ekonomiska investeringar för industriaktörer och en förutsägbar tillgång till stora volymer glasfiberkompositmaterial²⁴. I dagsläget sker solvolys endast på projektnivå. Kostnaden beror på hur många delprocesser och reningssteg som krävs, samt hur utvecklad processen är. Fördelen med solvolys är att slutprodukterna har potential att återvinnas och återanvändas²⁵. Solvolys har en TRL-nivå med värdet 5–6²⁶.

¹⁷ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s.27.

¹⁸ RISE intervju med Business in Wind, Wim Robbertsen, oktober 2023.

¹⁹ Paulsen, E. B., & Enevoldsen, P., *A multidisciplinary review of recycling methods for end-of-life wind turbine blades*. *Energies*, 14(14), 4247, 2021.

²⁰ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 28.

²¹ Paulsen, E. B., & Enevoldsen, P., *A multidisciplinary review of recycling methods for end-of-life wind turbine blades*. *Energies*, 14(14), 4247, 2021.

²² RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s.44–45.

²³ Paulsen, E. B., & Enevoldsen, P., *A multidisciplinary review of recycling methods for end-of-life wind turbine blades*. *Energies*, 14(14), 4247, 2021.

²⁴ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s.28.

²⁵ *Ibid*, s. 46.

²⁶ Paulsen, E. B., & Enevoldsen, P., *A multidisciplinary review of recycling methods for end-of-life wind turbine blades*. *Energies*, 14(14), 4247, 2021.

Annan återvinning

Samförbränning i cementindustrin

Samförbränningen går ut på att låta nermalda vindturbinblad ersätta material som skulle ha använts i cementtillverkningen. Processen har varit etablerad i flera år och möjliggör återanvändning av glasfiber som används i cementen. Därtill ger plasten energi som kan användas omvandlingsprocessen²⁷. Mottagningsavgiften för samförbränning uppgår till 150 EUR per ton²⁸. Samförbränning i cementindustrin har TRL-nivå 9²⁹.

Energiåtervinning

Vindturbinbladen kan efter fragmentering skickas till anläggningar för produktion av energi. I förbränningen bildas en stor mängd aska, cirka 70 % på grund av det låga organiska innehållet. Askan skickas sedan på deponi. På grund av den dominerande mängden glas blir vindturbinblad mindre intressant att använda som bränsle³⁰.

Deponi

Trots deponiförbudet i Sverige är deponi ett alternativ som förekommer. Mängden avfall som deponeras skulle dock behöva mer kartläggning. Det är svårt att följa avfallsströmmen då vindturbinblad inte kategoriseras som farligt avfall och därmed inte kräver spårbarhet. Dessutom kräver inte nedmontering något tillstånd, vilket gör att den oftast konstateras i efterhand genom registrering i fastighetsregistret³¹. Mottagningsavgiften för deponi är 130–140 EUR/ton³².

3.3.2 Aktörer i Sverige

I Sverige finns det inga vindkraftstillverkare. Vindkraftsbolagen som bygger vindkraft importerar i stället komponenter från andra delar av världen. Det finns inte heller någon producentansvarsorganisation som samordnar avfallshanteringen som är fallet för solcellspaneler. När vindkraftverken når ett senare skede i livscykeln finns det ett antal aktörer inom reparation och livstidsförlängning samt aktörer som är aktiva inom utveckling av återvinning och återanvändning. Det finns även några forskningsprojekt inom dessa områden³³.

²⁷ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 28–29.

²⁸ IEA Wind Task 45, *Deliverable 2.2 Blade End-of-Life Treatments: State of the Art, Challenges, Barriers & Environmental Impacts* (Report in press), 2023.

²⁹ Paulsen, E. B., & Enevoldsen, P., *A multidisciplinary review of recycling methods for end-of-life wind turbine blades*. *Energies*, 14(14), 4247, 2021.

³⁰ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 29.

³¹ Ibid, s.29.

³² Skellefteå kommun, *Avgifter för deponi (deponitaxa)*, 2024. <https://skelleftea.se/invanare/startside/bygga-bo-och-miljo/avfall-och-atervinning/tjanster-och-avgifter-for-avfall/deponitaxa> (hämtad 2024-02-09)

³³ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s.32-33.

3.3.3 Sammanfattning av andra länders avfallshantering

I uppbyggnaden av en värdekedja som hanterar uttjänta vindturbinblad är det viktigt för Sverige att samarbeta med sina grannländer. I Finland finns det både exempel på samförbränning inom cementindustrin, samförbränning av kompositavfall från fler industri-sektorer och processer för mekanisk återvinning etablerade. I Norge finns det en nyetable-rad verksamhet för pyrolys. Danmark har flera nyetabletrade företag inom mekanisk åter-vinning samt pilotanläggningar inom pyrolys och solvolys. I Polen sker återanvändning av vindturbinblad som byggnadsmaterial. I Tyskland finns det ett flertal aktörer inom mekanisk återvinning samt företag med förbehandling till cementindustrin som dock gått i konkurs eller tillfälligt stängts på grund av låga volymer vindturbinblad³⁴.

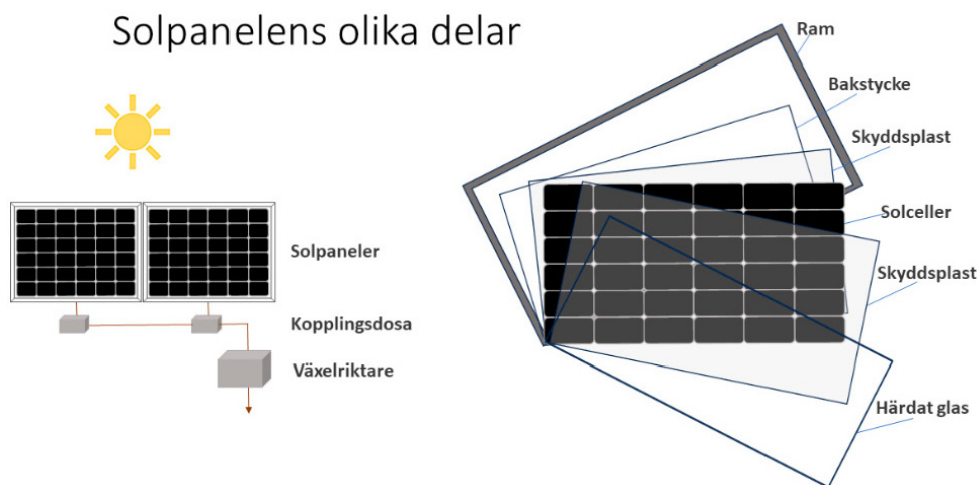
³⁴ Ibid, s.33–41.

4 Bakgrund solcellspaneler

EU har identifierat solkraft som en viktig pusselbit i energiomställningen³⁵ och i Sverige har elproduktion från solceller utvecklats snabbt de senaste åren. Antalet solcellsanläggningar förväntas växa ytterligare, bland annat tack vare att EU förväntas sätta långtgående krav på solelproduktion på alla lämpliga större taktytor³⁶.

Enligt RISE består den vanligaste solcellspanelen som monteras i Sverige idag av kisel-solceller³⁷. Panelerna byggs upp av ett antal solceller som utgörs av ett tunt lager kisel som behandlats (dopats) så att en elektrisk spänning uppstår mellan fram- och baksida. När framsidan träffas av solljus genereras en ström direkt proportionell mot solinstrålningen. Solcellerna är känsliga för syre och fukt och skyddas därför genom inkapsling i ett skyddande plastlager. Cellerna placeras därefter mellan ett härdat glas på framsidan och en väderbeständig plast på baksidan. Hela solcellspanelen monteras i en aluminiumram som både håller ihop och stabiliserar panelen och kan användas för att kunna fästa panelen där den ska monteras.

Elektriciteten leds från och mellan cellerna med hjälp av silverledare och ut från cellen med kopparkabel. På baksidan av solcellspanelerna finns kopplingsdosor för anslutning av panelerna till varandra och till växelriktaren (om anpassar elektriciteten för att matas ut till elnätet).



Figur 3. Principskiss över en solcellspanel. Efter bildförlaga från RISE³⁸

³⁵ Europeiska kommissionen. En EU-strategi för solenergi. 2022. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:516a902d-d7a0-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF (hämtad 2024-03-06)

³⁶ European commission, 2023. The Commission welcomes the provisional agreement https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6423 (hämtad 2024-03-07)

³⁷ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s.68.

³⁸ Ibid, s.69.

Det finns även solceller baserade på tunnfilmsteknik, där det aktiva materialet är ett eller flera tunna lager av metallkombinationer, oftast kadmium-tellur (CdTe) eller koppar-indium-gallium-selen (CIGS). Det finns därutöver ett flertal andra solcellstekniker som är på forskningsstadiet. Bland annat sådana som försöker efterhära fotosyntesen. Eftersom dessa ännu inte är vanligt förekommande och det fortfarande sker snabb teknikutveckling är fokus i denna rapport på konventionella solceller av kiseltyp.

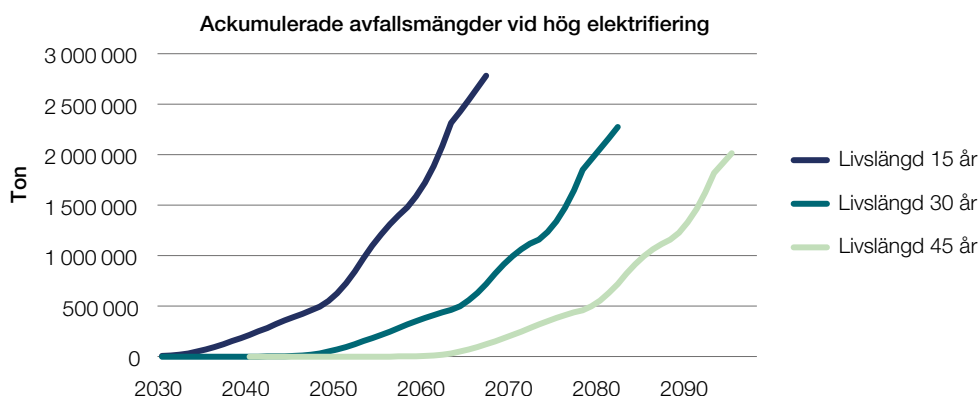
4.1 Avfallsmängder

Konventionella solcellspaneler är förhållandevis långlivade produkter som kan hålla i flera decennier. Det finns därför inga större mängder avfall från solcellsanläggningar idag. Då utbyggnaden av solkraft tagit ordentlig fart först på senare år, förväntas avfallsmängderna öka först mellan år 2030 och 2040.

Enligt Naturvårdsverkets statistik³⁹ samlades endast ett fåtal ton solceller in som avfall under åren 2019–2021, vilket betyder några hundratal paneler. RISE har gjort scenarier för avfallsmängderna utifrån Energimyndighetens långsiktiga scenarier⁴⁰. Scenarierna visar att om installationer av solcellsanläggningar ökar i snabb takt och en kort livslängd antas (15 år), kan avfallsmängden vara cirka 30 000 ton årligen i slutet av 2030-talet, för att sedan öka till mellan 70 000 och 140 000 ton per år till år 2050. Om livslängden i stället antas vara 30 eller 45 år, skjuts ökningen av avfallsmängderna 15 till 30 år fram i tiden, vilket gör att avfallsmängder på uppåt 30 000 ton per år snarare uppstår framåt år 2050 för att sedan öka efterföljande decennier. Sammantaget ger RISE uppskattningar att den ackumulerade mängden avfall i form av solcellspaneler i Sverige kan vara upp emot 700 000 ton till år 2050, och nästan tre miljoner ton framåt 2060. Om solcellspanelerna behålls i drift i 45 år uppnås de höga ackumulerade avfallsmängderna först i slutet av seklet. Kortare antagen livslängd ger totalt sett högre avfallsmängder då scenarioberäkningarna utgår från att uttjänta solceller ersätts med nya.

³⁹ Naturvårdsverket, Ökad återvinning och återanvändning av elutrustning, 2023.
<https://www.naturvardsverket.se/4acefb/globalassets/om-oss/slutredovisade-regeringsuppdrag/redovisning-av-ru-okad-atervinning-och-ateranvandning-av-elutrustning.pdf>

⁴⁰ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s.73.



Figur 4. Scenarier för avfallsmängder från uttjänta solceller vid hög elektrifiering. Baserat på beräkningar gjorda av RISE⁴¹

Beräkningarna baseras på att en solcellspanel väger 20 kg. De solcellspaneler som installeras idag består till största delen av glas (närmare 70 procent), aluminium (cirka 15 procent) och plast (cirka 10 procent)⁴². Avfallsmängder och fördelning mellan materialtyper kommer sannolikt att förändras med teknikutveckling över tid. Till exempel pågår fortfarande utveckling av solcellers effektivitet, vilket gör att det åtgår mindre material per producerad kilowattimme.

4.2 Befintliga och förväntade regelverk

Återvinning av solceller inom EU regleras enligt det så kallade WEEE-direktivet⁴³, som i Sverige genomförts främst i avfallsförordningen (2011:927) och förordning (2022:1276) om producentansvar för elutrustning. Yrkesmässig lagring och behandling av elavfall som omfattas av producentansvar regleras i Naturvårdsverkets föreskrift NFS 2018:11⁴⁴. Det finns även särskilda standarder för behandling av elavfallet från solceller.⁴⁵

4.2.1 Producentansvar

Solcellspaneler och det avfallsflöde som förväntas uppstå omfattas av förordningen (2022:1276) om producentansvar för. Producentansvaret innebär att det i praktiken är importörerna av solcellspaneler till Sverige som blir producenter i lagens mening och som ansvarar för att produkten omhändertas för återvinning när den är uttjänt.

⁴¹ Ibid, s.173-180.

⁴² IEA PVPS Task 12 PV Sustainability (2020). Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessment of Photovoltaic Systems. (Report IEA PVPS T12-19 :2020). <https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/12/IEA-PVPS-LCI-report-2020.pdf> (hämtad 2024-03-07)

⁴³ Naturvårdsverkets författningssamling. Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2018:11) om yrkesmässig lagring och behandling av elavfall som omfattas av producentansvar, 2018. <https://www.naturvardsverket.se/4ac15d/globalassets/nfs/2018/nfs-2018-11.pdf> (hämtad 2024-03-7)

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ EN 50625-2-4; TS 50625-3-5 Photovoltaic panels.

Producentansvaret innebär att den som tillhandahåller solcellerna på den svenska marknaden ska anlita en producentansvarsorganisation som åtar sig att ta hand om solcellerna när de tas ur drift och blir avfall⁴⁶. I de intervjustudier som RISE genomfört framgår det av respondenter att det förekommer missförstånd om solcellspaneler ska klassificeras som ”konsumentelutrustning”- eller ”annan elutrustning”⁴⁷. Producenter av ”annan elutrustning” omfattas inte av kravet på att anlita en producentansvarsorganisation, utan producenten kan välja att själv ta ansvar för att ta hand om det avfall som uppstår. I och med att solcellspaneler har en mycket lång livslängd innebär klassificeringen ”annan elutrustning” en risk att den ursprungliga producenten inte längre finns kvar och kan ansvara för insamling och behandling av avfallet som genereras när solcellerna blir uttjänta eller ett kvittblivningsintresse uppstår. Rätt klassificering av solcellerna blir därför viktigt för att säkra upp att det finns producenter som betalar avgifter till en producentansvarsorganisation så att denne kan bedriva insamling och behandling av uttjänta solcellspaneler åt producenternas vägnar.

4.2.2 Kommande ekodesignkrav

Idag importeras de flesta solcellspaneler till Europa. För att driva på utvecklingen av resurseffektiva solcellsanläggningar har EU-kommissionen tagit fram förslag till ett ekodesignregelverk för solcellsanläggningar^{48,49}. I förordningsförslaget finns, förutom krav på prestanda, krav på livslängd, reparerbarhet, återvinningsbarhet och information om ingående material. Kommissionen har också startat upp en förstudie för att analysera möjligheten att införa ett ”återvinningsbarhetsindex”, med syfte att i framtiden kunna testa och ställa krav på hur lätt det är att separera ut material i en solpanel för återvinning.⁵⁰

4.3 Avfallshantering

Solcellspaneler blir avfall om de fått någon skada, taket eller konstruktionen de monterats på behöver bytas ut eller ändras eller om de åldrats så mycket att de förlorat funktion. Det sistnämnda är ännu så länge ovanligt, då solceller inte förlorar mer än 0,5–1 procent av kapaciteten per år, vilket innebär att solcellerna fortfarande har 80 procent kapacitet kvar efter 20 till 40 år⁵¹.

⁴⁶ Det är ett krav enligt 39 § i förordningen (2022:1276) om producentansvar.

⁴⁷ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 90.

⁴⁸ European Commission. Working document on a Commission regulation (EU) of XXX laying down codesign requirements for photovoltaic modules and photovoltaic inverters pursuant to Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council, https://www.energimyndigheten.se/49bee0/contentassets/c266a5f097f647efa00d52f7ece43f11/ecodesign-pv_v2.pdf

⁴⁹ Enligt det senast publicerade förslaget omfattas inte byggnadsintegrerade solceller.

⁵⁰ European Commission. Development of a recyclability index for photovoltaic products. Home – Recyclability index for photovoltaic products (pv-recyclability-index.eu)

⁵¹ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 75.

4.3.1 Förebyggande

Förebyggande av avfall från solcellspaneler är idag först och främst insatser som gör att inte panelerna åldras i förtid. Det finns vägledningar för hur solcellsanläggningar underhålls på ett bra sätt⁵². Det görs bland annat genom att besiktiga installationen samt ta fram och följa en drifts- och underhållsplan.

Med kommande ekodesignlagstiftning kommer krav på tålighet mot väder och vind och på reparerbarhet. Krav på reparerbarhet har till syfte att inte hela panelen behöver kasseras för att en liten del gått sönder. Reparerbarhetskraven innebär bland annat att det ska finnas information om hur reparationer ska genomföras, att det ska finnas tillgång på reservdelar och att det inte ska behövas specialverktyg för att genomföra enklare reparationer⁵³.

4.3.2 Återanvändning

Än så länge är återanvändning av solceller mycket ovanligt. Endast enstaka fall där solceller demonterats och sålts på en andrahandsmarknad har identifierats. På sikt kan en andrahandsmarknad för solceller från större eller kommersiella fastigheter bli aktuell, särskilt om teknikutveckling gör det ekonomiskt rationellt att byta ut fungerande paneler till paneler med högre prestanda.

4.3.3 Materialåtervinning

Idag är det främst metallinnehållet i solcellspaneler som materialåtervinns. RISE uppskattar att metallvärdet i en solcellspanel till cirka 100 kr⁵⁴. Totalt sett återvinns ungefär 17 procent av materialet. Övriga fraktioner materialåtervinns inte eller i liten mängd⁵⁵.

Insamling

Nedmontage eller byte av solcellspaneler görs normalt av installationsföretag. Enstaka paneler lämnas till en återvinningscentral som del av producentansvarsorganisationernas insamling och därefter till en återvinningsanläggning, ofta tillsammans med andra uttjänta elprodukter. Större volymer körs direkt till en återvinningsanläggning. Enligt RISE samlas solcellspaneler in av någon av de två producentansvarsorganisationerna El-Kretsen eller Recipo. Den som importerar solcellspanelerna till Sverige har vanligtvis avtal med en eller båda producentansvarsorganisationerna.⁵⁶

⁵² Energikontor Syd & RISE 2023, Klimateffektiva Solcellsanläggningar -Vägledning för en klimateffektiv förvaltning. RISE Rapport 2023:19, 2023 <http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:1740599/FULLTEXT01.pdf> (hämtad 2024-03-07)

⁵³ European Commission, Working document on a Commission regulation (EU) of XXX laying down codesign requirements for photovoltaic modules and photovoltaic inverters pursuant to Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council, https://www.energimyndigheten.se/49bee0/contentassets/c266a5f097f647efa00d52f7ece43f11/ecodesign-pv_v2.pdf

⁵⁴ Ibid, s. 86.

⁵⁵ Ibid, s. 86.

⁵⁶ Ibid, s. 90.

Demontering och separering av panelen

För att materialåtervinningen ska bli effektiv behöver solcellspanelerna hanteras varsamt, vilket ställer krav på demontering och transport till återvinningsanläggningen. Panelens aluminiumram och bakstycke separeras mekaniskt. Själva solcellerna ligger skyddade i plastlager av EVA (etylvinylacetat), som i sin tur sitter fast i en skyddsytta av härdat glas. Att separera, eller delaminera, solcellerna från plast och glas är svårt.

Delaminering

Det finns tekniker på forsknings- och utvecklingsstadium för att skala av solcellspanelen lager för lager: mekanisk delaminering, termisk delaminering och kemisk delaminering. Beskrivningen av delamineringstekniker nedan bygger på en litteraturstudie genomförd av RISE⁵⁷.

Mekanisk delaminering

Mekanisk delaminering är den vanligaste tekniken som används idag. Tekniken innebär att fysisk separera fogen mellan de olika lagren i solcellen. Vanligt är att panelen krossas och plastlagren skrapas bort från kisel, metall och glas så att fraktionerna kan hanteras separat. Det finns också mekaniska metoder som avlägsnar plast och kisel från glasytan utan att glaset krossas, de bygger på olika metoder att värma plastlagret så att det enklare lossnar från övriga material. Om man vill undvika att krossa glasskivorna kan termomekanisk laminering användas, alltså en kombination av värme och fysisk separering. En sådan teknik är hotknife-tekniken, som innebär att en het kniv eller skärtråd förs mellan glas och skyddsplast för att separera dem från varandra. Hotknife är den teknik för mekanisk delaminering som är närmast att kunna utvecklas storskaligt.

Termisk delaminering

Metoden termisk delaminering bygger på pyrolys och kan möjliggöra en fullständig nedbrytning av ämnen i pyrolysovn. Det kan ge mycket rena kiselceller efter processen. Metoden är dock dyr och energiintensiv och skulle kräva utveckling av både energieffektivitet och hantering av giftiga gaser som kan bildas ämnena under pyrolysen.

Kemisk delaminering

Metoden går ut på att lösa upp det inkapslade limmet i panelerna med hjälp av lösningsmedel. Det är dock få lösningsmedel som överhuvudtaget kan lösa upp EVA och det behövs höga temperaturer och lång exponeringstid. Metoden ger ett mycket rent glas som kan återanvändas direkt som råvara till glasgjutning, men metoden är dyr och hanteringen av använda lösningsmedel problematisk.

⁵⁷ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 83.

4.3.4 Annan återvinning

Energiåtervinning och fyllnadsmassor

De plaster som separeras går idag till energiåtervinning. På sikt kan plaster som har tillräcklig renhet sorteras ut och materialåtervinnas. Väderbeständig plast som innehåller per- och polyfluoralkylsubstanser (PFAS) går dock alltid till destruktion⁵⁸.

Glaset och kiset däremot används oftast som fyllmassa då det är ett stabilt, inert material som inte avger ämnen till kringliggande jord. Är glaset tillräckligt rent kan det även bli sekundär råvara som smälts om till nytt glas. Det förekommer också att det härdade glaset mals och blir en råvara till mineralull (Glasbranschföreningen u.å.).

4.3.5 Aktörer Sverige

Importörer

Den som sätter produkter på den europeiska marknaden är ansvarig för att produkten följer de krav som gäller inom EU. I praktiken innebär detta att det är de som importerar solcellspaneler som har producentansvar i det EU-land som produkten förs in.

Producentansvarsorganisation

I Sverige finns två producentansvarsorganisationer: El-Kretsen och Recipo. De ombesörjer att solcellerna kommer till en återvinningsanläggning och återvinns. Kostnaden för insamling och återvinning står producenterna (importörerna för). En vanlig ekonomisk konstruktion är att grossisten betalar per kilo produkt. I och med att solceller har en lång livslängd fonderas inbetalda avgifter för att finnas tillgängliga i framtiden när produkterna tjänat ut.

Återförsäljare och installatörer

De flesta slutanvändare köper och äger sin solcellsanläggning, även om det finns exempel på företag som hyr/leasar ut solcellsanläggningar. Återförsäljare och installatörer finns ibland i samma bolag och ibland i separata företag. Installatörer kan välja att certifiera sig som montörer för solcellssystem. Certifieringen är EU-gemensam och i Sverige är det Energimyndigheten godkänner utbildningsleverantörer och utbildningar inför certifiering.

4.3.6 Sammanfattning av avfallshanteringen i andra EU länder.

Några andra europeiska länder har mer utvecklade system för recirkulering av material från solceller. I Frankrike finns flera anläggningar för återvinning av avfall från solcellspaneler av kristallint kisel. Den första togs i drift 2017 och ett flertal har tillkommit efter det. I de franska anläggningarna används flera olika tekniker för att separera materialen i panelerna. Även i Italien finns en återvinningsanläggning specifikt avsedd för solceller. I Tyskland görs återvinning av solcellspaneler av kristallint kisel huvudsakligen av glasåtervinnare. I Tyskland finns även ett företag som förädlar demonterade solcellspaneler och säljer dem för återbruk.⁵⁹ I Danmark utreds ett separat insamlings- och hanteringssystem för solceller. Producentansvar Danmark hänvisar till PV CYCLE som utför storskalig insamling och hantering av solceller inom ramen för producentansvaret i cirka 200 städer i hela Europa⁶⁰.

⁵⁸ I praktiken också energiåtervinning, men förbränningen sker i godkända förbränningsanläggningar.

⁵⁹ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 96-100.

⁶⁰ Dansk Producentansvar. <https://producentansvar.dk/documents/solcellepaneler-hvad-sker-der/> (hämtad 2024-03-07)

5 Åtgärdsförslag

I följande kapitel redovisas de åtgärdsförslag som bedöms kunna göra störst nytta för hanteringen av solcellspaneler och vindturbinblad.

5.1 Förslag för att nå tillräckliga avfallsvolymer för lönsam hantering

RISE bedömer att det för såväl solcellspaneler som vindturbinblad kommer krävas stora avfallsvolymer för att få lönsamhet i storskaliga dedikerade anläggningar och uppnå en hög materialåtervinning. Det kommer ta lång tid innan solcellspanelerna når sådana volymer i Sverige. Därför kommer det sannolikt vara aktuellt med övergångslösningar för att säkerställa så hög grad av materialåtervinning som möjligt. Exempelvis kan avfallet transporteras till andra länder i Europa om det där finns dedikerade anläggningar som uppnår en hög grad av återvinning. För vindturbinblad bedöms avfallsmängderna till 2030 vara tillräckliga för att motivera en storskalig lösning för materialåtervinning i Sverige. Antalet solcellspaneler och vindturbinblad som avvecklas årligen kommer sannolikt variera, vilket kan bidra till en osäkerhet för investerare i storskaliga lösningar. Om det inte finns en stabil tillgång till råvara blir lönsamheten svår att förutsäga. Sammantaget innebär detta att det kan dröja innan storskaliga dedikerade anläggningar för en god materialåtervinning av såväl vindturbinblad som solcellspaneler kommer på plats i Sverige.

För att snabbare öka volymerna av avfall föreslås en kombination av åtgärder nedan. I dagsläget kan aktörer få dispens från förbudet att deponera vindturbinblad med skälen att det inte finns en lämplig avfallshanteringsmetod att tillgå. Här krävs en tydlig vägledning för aktörer för att säkerställa återvinning högre upp i avfallshierarkin och det bör även tydliggöras när förbränning bör undvikas i vägledningen (se förslag 5.1.1). En kartläggning av andra materialströmmar av plastkompositmaterial som kan återvinnas tillsammans med vindturbinblad skulle kunna bidra till ökade volymer av avfall och förbättrad lönsamhet för dedikerade anläggningar (se förslag 5.1.2).

5.1.1 Vägledning för hantering av vindturbinblad högre upp i avfallshierarkin

Energimyndighetens förslag

Naturvårdsverket bör tydliggöra för tillsynsmyndigheterna vad som ska anses utgöra särskilda skäl för undantag från deponiförbudet. Det bör tydligt framgå i dispensansökan att andra möjliga alternativ för hantering av avfall högre upp i avfallshierarkin har övervägts och skälen för dispens tydligt motiveras till tillsynsmyndigheten. Detta bör göras i samband med kommande författningsändring om möjligheterna till dispens från deponiförbudet.

Energimyndigheten bedömer

Riksrevisionens rekommendationer i fråga om vägledningen till verksamhetsutövare om tekniker för materialåtervinning av uttjänta vindturbinblad bör tas vidare av branschen.

Enligt RISE bedömning⁶¹ behövs det för tillfället inte någon författningsändring kring deponi av vindturbinblad eller andra avfallsslag, utöver de förslag som Naturvårdsverket redan remitterat⁶² om ändrade regler för dispens från deponiförbudet vid kapacitetsbrist. Däremot skulle ett tydliggörande för vad som kan anses utgöra särskilda skäl för dispens kunna öka förutsättningarna för att beslut om dispens från deponiförbudet sker på ett likvärdigt sätt och med hänsyn till avfallshierarkin och tillgängliga avfallshanteringsalternativ. Brist på kunskap om alternativa avfallshanteringsmetoder ska inte vara en skälig anledning till dispens. I fallet med vindturbinblad finns det redan idag lösningar som i många fall är lämpligare än deponi, exempelvis samförbränning i cementindustrin, vilket beskrivs i kapitel 3.3.1.

Riksrevisionen⁶³ bedömer att vägledningen för avveckling av vindkraftverk⁶⁴ bör utvecklas i syfte att uppnå ett cirkulärt omhändertagande av vindturbinblad. Energimyndigheten anser att en vägledning riktad direkt till verksamhetsutövare lämpligast skulle tas fram av en branschorganisation för vindkraft, att i dialog med avfallsbranschen och andra berörda aktörer utarbeta en mer detaljerad integrerad vägledning för mer cirkulära avvecklingsplaner för vindkraftsparker i enlighet med Riksrevisionens rekommendationer. Vägledningen bör vara detaljerad, bygga på senaste forskning inom området och uppdateras löpande.

5.1.2 Kartläggning av avfallsströmmar av kompositmaterial

Energimyndighetens förslag

Regeringen bör säkerställa att det avsätts tillräckliga medel för fortsatt kartläggning av olika avfallsströmmar i syfte att säkerställa att mer kompositmaterial kan återvinnas.

En möjlighet för att uppnå tillräckliga volymer för att kunna starta en storskalig industri för materialåtervinning av kompositmaterial skulle kunna vara att identifiera potentialen i att återvinna kompositmaterial från olika användningsområden tillsammans. För att kunna identifiera storleken på denna potential skulle det behöva utföras ett kartläggningsarbete av avfallsströmmar av kompositmaterial mer generellt. Specifikt skulle avfallsströmmarna av kompositmaterial i byggavfall från byggsektorn och i produktionsavfall från kompositindustrin kunna vara intressanta att undersöka. Kartläggningen bedrivs lämpligast av nationell plastsamordning som Naturvårdsverket ansvarar för.

Eftersom fritidsbåtar innehåller en stor andel kompositmaterial skulle de ha potential att bidra till att det uppnås tillräckliga volymer för en storskalig hantering av kompositmaterial från flera användningsområden. En förutsättning för detta är dock att öka insamlingen av

⁶¹ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12.

⁶² Ibid.

⁶³ Riksrevisionen, *Uttjänta solcellspaneler och vindturbinblad – statens insatser för en effektiv hantering*, RiR 2023:11.

⁶⁴ Naturvårdsverket, *Nedmontering av vindkraftverk och ansvar för återställande*, 2024. <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/branscher-och-verksamheter/vindkraft/nedmontering-av-vindkraftverk-och-ansvar-for-aterstallande/> (hämtad 2024-22-23)

fritidsbåtarna, vilket skulle kunna främjas av ett register. Förslaget om register för fritidsbåtar har lyfts fram tidigare, närmast av Havs- och vattenmyndigheten i *Delrapportering 1 – om fritidsbåtar* inom uppdraget om insamling och återvinning av fiskeredskap och fritidsbåtar⁶⁵. Förslaget framfördes även år 2011 av Naturvårdsverket i rapporten *Nedskräpande och uttjänta fritidsbåtar*⁶⁶ och år 2020 av Miljömålsberedningen i betänkandet *Havet och människan* (SOU 2020:83)⁶⁷.

Energimyndigheten stödjer av samma anledning också det förslag som Havs- och vattenmyndigheten föreslagit under 2023 om att vidare utreda ett producentansvar för fritidsbåtar⁶⁸.

5.2 Förslag kring behov av stöd

För att snabba på utvecklingen mot en högre återvinningsgrad av solceller och vindturbinblad behövs en fortsatt möjlighet till finansiering av forskning och utveckling, exempelvis materialforskning och produktutveckling (se 5.2.1). För solceller innebär de kommande ekodesignkraven att paneler kommer behöva designas för att lättare kunna återvinnas. Det kommer dock dröja innan ekodesignkraven får effekt då förslagen är under förhandling inom EU. För vindturbinblad är design för ökad cirkularitet och återvinning en komplex fråga och till skillnad från solcellspanelerna finns inga planer på ekodesignlagstiftning specifikt för vindturbinblad. Det är inte heller definierat vad som är cirkulär design inom tillverkning av vindturbinblad. Cirkulär design av vindturbinblad kommer att behöva baseras på många faktorer och måste anpassas till framtida återvinningsmetoder.

Det finns idag ett acceptabelt sätt att hantera uttjänta solcellspaneler mot bakgrund av att det idag, och under lång tid framöver, förväntas ett lågt inflöde av solcellspaneler för avfallshantering. Det finns ett producentansvar för solcellspaneler och därmed ansvariga producentansvarsorganisationer som ska ta hand om insamlingen och behandlingen av avfallet. De relativt små volymer uttjänta paneler som uppstår till dess volymerna förväntas öka kan fortsatt hanteras, primärt genom El-kretsens avfallsström för diverseelektronik, men även genom transporter till de dedikerade anläggningar för materialåtervinning som finns i Europa. Det kan dock finnas skäl att ompröva frågan när det närmar sig tidpunkten då volymerna kan förväntas öka, ifall dedikerade anläggningar för hantering av solceller inte bedöms komma på plats på kommersiella grunder (se 5.2.2).

⁶⁵ Havs- och vattenmyndigheten, *Regeringsuppdrag insamling och återvinning av fiskeredskap och fritidsbåtar Delrapportering om fritidsbåtar*, Dnr 911-2022

⁶⁶ Naturvårdsverket, *Nedskräpande och uttjänta fritidsbåtar*, 2011.

⁶⁷ SOU 2020:83.

⁶⁸ Havs- och vattenmyndigheten, *Regeringsuppdrag insamling och återvinning av fiskeredskap och fritidsbåtar Delrapportering om fritidsbåtar*, Dnr 911-2022

5.2.1 Stöd till ytterligare forskning om cirkularitet och resurseffektivitet inom elproduktion i Sverige, däribland vindturbinblad och solcellspaneler

Energimyndighetens förslag

Det bör säkerställas att det även fortsättningsvis finns möjlighet att finansiera forskning och utveckling syftande till att möjliggöra en högre grad av återvinning av solcellspaneler och vindturbinblad.

I Energimyndighetens strategiska prioriteringar inom energiforskning och innovation (ISSN 1403-1892) föreslås en förstärkning av medel för teknik och hållbara värdekedjor för energiomställning och konkurrenskraft. För att förse samhället med de produkter och lösningar som krävs för att genomföra energiomställningen behöver nya tekniker utvecklas och nya värdekedjor skapas. Material och råvaror är avgörande för energiomställningen, varför forskning och innovation kopplat resurseffektiv och cirkulär materialanvändning är viktig. Materialforskning är därför relevant för att uppnå en bättre återvinning av glas och andra material som finns i solcellspaneler, bl.a. sett till förekomst och upparbetning av låga halter kritiska råvaror. Sett till vindturbinblad är återanvändning, återvinning av hårdplastkomposit ett viktigt område. Förbättrad spårbarhet av material och komponenter är också viktiga forskningsområden sett till cirkulär ekonomi generellt som också kan tillämpas på solcellspaneler och vindturbinblad.

Det är vid produktutvecklingen och designen av produkter som den största påverkansmöjligheten finns för att förlänga livslängden och för skapa förutsättningar för en cirkulär hantering av avfallet. Eftersom design och tillverkning av solcellspaneler och vindturbinblad sker utanför Sverige är internationella forskningssamarbeten en förutsättning för framgångsrika svenska insatser inom området.

5.2.2 Miljöfond för finansiering av cirkulär hantering av vindturbinblad

Energimyndighetens förslag

Regeringen bör tillsätta en utredning för att undersöka förutsättningarna för att inrätta en miljöfond i syfte att finansiera lösningar för cirkulär avfallshantering av vindturbinblad.

Mängden uttjänta vindturbinblad ökar men det ligger ännu en bit fram i tiden innan tillräckligt stora avfallsmängder av vindturbinblad finns för att få lönsamhet i en dedikerad anläggning för materialåtervinning i Sverige. Detta kommer sannolikt leda till att vindturbinblad i en allt för stor utsträckning inte materialåtervinns på många år. För andra kraftslag, exempelvis vattenkraft och kärnkraft, finns idag så kallade ”miljöfonder” där verksamhetsutövarna finansierar miljöåtgärder eller avfallshantering. Energimyndigheten föreslår att regeringen tillsätter en utredning i syfte att undersöka förutsättningarna att inrätta en ”miljöfond” i syfte att finansiera lösningar för cirkulär hantering av vindturbinblad. Detta kan innefatta såväl metoder för återbruk såväl som finansiering av storskaliga anläggningar materialåtervinning. Utredningen bör även undersöka förutsättningar för att ett omhändertagande av andra plastkompositerna kan ingå i miljöfonden.

5.3 Förslag för ökad korrekt anmälan av producentansvar för solcellspaneler

Producentansvaret för solcellspaneler innebär att de aktörer som sätter solcellerna på den svenska marknaden avsätter en ersättning till ansvarig producentansvarsorganisation. Det innebär att det inom producentansvarsorganisationen byggs upp ekonomiska medel som på sikt kan användas för att få till stånd en storskalig industriell lösning för cirkulär hantering av solcellspanelerna. Detta förutsätter dock att regelverket tillämpas korrekt och att solcellspanelerna anmäls på rätt sätt. RISE bedömer att regelverket är tydligt men att regelverket kring anmälan av producentansvar inte alltid följs varför tillämpningen av producentansvaret för solceller kan behöva skärpas.

Nedan presenteras förslag som syftar till att tydliggöra och stärka producentansvaret för solcellspaneler. Det handlar om att skilja solcellspaneler från annan stor elutrustning (se 5.3.1) och ett förslag att utreda om det krävs miljösanktioner vid överträdelser av regelverket (se 5.3.2).

5.3.1 Tillägg av solcellspaneler som egen kategori i anmälan till Naturvårdsverket

Energimyndighetens bedömning

Regeringen bör ta Naturvårdsverkets förslag om att överväga att införa solcellspaneler som en egen underkategori i stället för att det ingår i kategori "4. Stor elutrustning" vidare. Det skulle innebära ett krav på producenter att anmäla och rapportera uppgifter om solcellspaneler skilt från annan stor elutrustning till Naturvårdsverket.

Producentansvaret för produktgruppen solcellspaneler bör förtydligas och en specifik kategori för solcellspaneler bör införas i 21 § i förordning (2022:1276) om producentansvar för elutrustning. Solcellspaneler som utgör stor elutrustning bör fortsatt rapporteras inom ramen för kategori 4, men i en ny underkategori 4b. Solcellspaneler behöver fortsatt ingå i kategori 4 Stor elutrustning, eftersom materialåtervinningsmålen i förordningen om producentansvar för elutrustning (liksom i WEEE-direktivet 2012/19/EU) är strukturerade utifrån kategorierna 1–6. Det finns idag en risk att mängden solcellspaneler endast rapporteras under produktkategori 4 Stor elutrustning eller rapporteras i både den och i den idag frivilliga underkategorin för solcellspaneler. Förslaget innebär att dagens frivilliga möjlighet att specificera solcellspaneler ersätts av ett krav i förordningen om producentansvar för elutrustning. Ett krav kan skapa en tydlighet mot producenter samt att Naturvårdsverket ser vilka producenter som anmält sig och faktiskt är producenter av solcellspaneler och uppdelningen mellan konsumentelutrustning och annan elutrustning. Det bidrar till ett bättre underlag över producenter som tillhandahåller solcellspaneler på den svenska marknaden. Utöver det möjliggörs förbättrad statistik om mängderna solcellspaneler som sätts på marknaden, respektive samlas in och behandlas som avfall. Detta förslag är konsekvensutrett och är en del av Naturvårdsverkets redovisning av regeringsuppdrag; *Ökad återvinning och återanvändning av elutrustning*⁶⁹.

⁶⁹ Naturvårdsverket, Ökad återvinning och återanvändning av elutrustning, 2023.
<https://www.naturvardsverket.se/4acefb/globalassets/om-oss/slutredovisade-regeringsuppdrag/redovisning-av-ru-okad-atervinning-och-ateranvandning-av-elutrustning.pdf>

Energimyndigheten noterar att Naturvårdsverkets förslag utgår ifrån befintliga storleksgränser i producentansvarsförordningen för elutrustning för att definiera vilka solcellspaneler som ska omfattas av rapporteringskraven. Såsom också framförs i Energimyndighetens remissyttrande⁷⁰ är det viktigt att analysera den nedre storleksgränsen⁷¹ i förhållande till storleken på solcellspaneler som sätts på marknaden. Även om en ändring av storleksgränsen för rapporteringskravet inte är möjligt i ljuset av producentansvarslagstiftningen är det viktigt att förstå om den riskerar att dels skapa ett kryphål där mindre solcellsmoduler som är avsedda att monteras i större antal kan falla utanför rapporteringskravet, dels exkludera en relevant andel av de solcellspaneler som sätts på marknaden. I analysen bör hänsyn även tas till utvecklingen i effekt som förväntas ske framöver, och som lär resultera i att solcellspaneler minskar i storlek.

Oklarheter beträffande undantaget för ”storskaliga fasta installationer” som finns i producentansvarsförordningen för elutrustning behöver också adresseras, särskilt beträffande solcellspaneler.

5.3.2 Miljösanktionsavgifter vid överträdelser av regelverket om producentansvar för elutrustning

Energimyndighetens rekommendation

Regeringen bör utreda om miljösanktionsavgifter ska införas för producenter av elutrustning som inte är anmälda till Naturvårdsverket och inte är anslutna till en producentansvarsorganisation, så kallade ”fri åkare”.

Idag finns det en reglering avseende miljösanktionsavgifter för producenter av elutrustning som inte rapporterat in statistik till Naturvårdsverket enligt 77 § och 78 § förordningen (2022:1276) om producentansvar för elutrustning. Det finns dock inga miljösanktionsavgifter kopplat till producenter som släpper ut elutrustning på den svenska marknaden utan att vara anmälda till Naturvårdsverket och utan att ha anlitat en producentansvarsorganisation, så kallade ”fri åkare”. Dessa producenter agerar således på den svenska marknaden men står utanför systemet och bidrar inte ekonomiskt till producentansvarskollektivet för elutrustning. För att miljösanktionsavgifter inom producentansvaret för elutrustning ska ge en styrande effekt bör de vara tillräckligt kännbara. Reglering avseende miljösanktionsavgifter kopplat till ”fri åkare” har nyligen införts för producenter av förpackningar i 11 kap. 20 a § och b § förordning (2012:259) om miljösanktionsavgifter. En möjlig väg framåt skulle således vara att regeringen utreder om det finns skäl att införa liknande miljösanktionsavgifter för producenter av elutrustning som för förpackningar. Även producentansvar för däck, bilar, tobak, ballonger och fiskeredskap har bestämmelser om miljösanktionsavgift kopplat till en försenad anmälan till Naturvårdsverket. Miljösanktionsavgifter kan styra mot att producenter av konsumentelutrustning ansluter sig till en producentansvarsorganisation och anmäler sig till Naturvårdsverket. Därmed säkras det att det avsätts medel till en producentansvarsorganisation för framtida insamling och återvinning av solcellspaneler

⁷⁰ Energimyndigheten, Yttrandet angående Naturvårdsverkets skrivelse Ökad återvinning och återanvändning av elutrustning, Dnr 2023–206854, 2024.

⁷¹ Solcellspaneler med yttermått som på längden, bredden eller djupet överstiger 50 centimeter Förordning (2022:1276) om producentansvar för elutrustning, §21 pt 4

Förslaget för elutrustning bör dock utvärderas och särskilt bör möjliga konsekvenser utredas ytterligare då det är oklart vilken effekt införandet av miljöstraffavgifterna för ”fri åkare” har fått i praktiken.

5.4 Förslag för bättre informationsunderlag

Tillgång till och effektivt utbyte av information och data är en grundförutsättning för att kunna sammanställa de uppgifter som behövs för den befintlig internationell rapportering, men även för annan uppföljning inom till exempel miljö och återvinning. Mer information och data om solceller och vindturbinblad kan även vara en resurs som kan användas för andra syften än vad de först var tänkta för. För att mer korrekt kunna förutse när i tid de stora avfallsmängderna kommer för såväl vindturbinblad som för solcellspaneler skulle mer information om det som installeras behöva samlas in. Det är även av vikt att få bättre information om vad solcellspaneler och vindturbinblad innehåller i syfte att kunna materialåtervinna på ett effektivt och säkert sätt.

För solcellspaneler bör det övervägas att ett solcellsanläggningsregister införs (se 5.4.1), här är det av vikt att utformningen samordnas med kommande ekodesignkrav eller andra krav på rapportering samt att nyttan med ett register överväger kostnaden att administrera det. Genom att se över hur ett register kan användas i flera syften så skulle nyttan kunna maximeras. För vindturbinblad bör eventuella framtida krav på ytterligare statistik kopplat till olika lagstiftningar samordnas med data i Vindbrukskollen (se 5.4.2).

Ekodesignkrav är redan på gång för solcellspaneler och när det träder i kraft så kommer det innebära att mer information om de paneler som installeras kommer tillgängliggöras. För vindkraftverk så är det viktigt att eventuella informationskrav som tas fram via branschstandarder följer ramverket för produktpass inom ekodesignlagstiftningen (se 5.4.3).

Innan storskaliga anläggningar för materialåtervinning finns på plats i Sverige så kan det vara aktuellt med att exportera avfallet utomlands för hantering. Här bör Sverige verka på EU-nivå i syfte att få till relevanta avfallskoder för att underlätta gränsöverskridande transporter (se 5.4.4).

5.4.1 Solcellsanläggningsregister

Energimyndighetens rekommendation

Regeringen bör överväga att införa ett nationellt register för solcellsanläggningar, inklusive solcellspaneler.

För att vara väl förberedd för kommande avfallsmängder, skulle mer information om de solcellspaneler som installeras behöva samlas in. Det internationella energioorganet IEA har i en rapport *sammanställt* hur man valt att göra i ett antal länder samt lämnar rekommendationer för vilken information som ska lagras, hur det ska göras och på vilket sätt det ska göras så att den administrativa bördan hålls till ett minimum⁷². IEA föreslår att länder

⁷² IEA-PVPS T1/14-01:2020

bör införa en centraliserad databas som ska vara obligatorisk, heltäckande och öppen för olika intressenter. Detta är av betydelse för beslutsfattare så att de tydligt kan se effekter av införda styrmedel, för elnätsägare som i framtiden kommer behöva mer data för att kunna planera sin verksamhet och för att samhället ska kunna göra bra bedömningar och planering för en cirkulär hantering när solcellsanläggningarna tjänat ut. Vem som ska ansvara för detta register behöver utredas och här behöver man ta ekodesignimplementering i beaktning, eftersom det ska bidra till att minska produktens miljöpåverkan under dess livscykel.

Tabell 1. Variabler för att kunna förstå framtida avfallsmängder från solcellspaneler, utan inbördes ordning. Bör anpassas efter nya ekodesignregelverk/produktpass.

Parameter	Enhet/ kategori
Antal paneler	Stycken, st
Vikt per panel	Kg
Ursprunglig paneleffekt	Wp
Panelutförning	Glas-glas / ramlös / ej glas / byggnadsintegrerad / annat
Cellteknologi	Kristallint kisel / tunnfilm / tandem / annat
Marknadssegment	Småhusinstallation, handel och industri, större markanläggning
Position	Koordinater (latitud, longitud) för alla anläggningar samt även area (hektar) för de större anläggningarna
Datum installation	Datum (här kan hänsyn behöva tas för paneler som bytts ut med nya eller begagnade)
Förväntad livslängd	År
Faktiskt avvecklingsdatum	Datum
Producentansvar	Anmäld som konsumentelutrustning eller annan elutrustning. Anmälnings/diarienummer eller motsvarande

Källa: IEA Data Model for PV Systems⁷³

I detta register kan även näraliggande uppgifter registreras, såsom förekomsten av batterier. Detta ger möjligheter att uppskatta volymer kopplade till system som både är uppkopplade mot elnätet och inte, så kallade off-grid system.

Vilka uppgifter som samlas in kan även med fördel samordnas med kommande krav på information med anledning av nytt ekodesignregelverk. Detta gör det möjligt för aktörer som exempelvis överväger att starta en anläggning för storskalig industriell hantering av framtidens avfallsströmmar i Sverige att bättre kunna uppskatta marknadens storlek och innehåll. För den som vill komma över eller bli av med paneler inom ramen för utbytesprogram skulle det underlätta avsevärt om det gick att veta vilka typer av paneler som närmar sig en ålder då de kan tänkas monteras ner. På så sätt skapas större förutsättningar att ge stöd för investeringar i materialåtervinning och utbytesprogram.

Givetvis kan ett solcellsregister även fylla flera andra funktioner för olika aktörer som vi inom ramen för denna utredning inte kunnat fördjupa oss i. Detta kan handla om att minska behovet för de olika nivåerna av elnätsägare att beräkna belastningen på deras nät vid olika väderlek, att balansansvariga bättre kommer kunna beräkna kundernas förbrukning och produktion i förväg, att olika myndigheter, utan att begära in uppgifterna

⁷³ IEA-PVPS T1/14-01:2020

manuellt, exempelvis kan publicera aggregerad statistik över utvecklingen i landet och att aktörer med ett berättigat intresse kan få direkt tillgång till uppgifter om enskilda anläggningar registret för viktiga ändamål, såsom för Skatteverket att kunna verifiera rätten till ersättning för grön teknik, ”60-öringen” och befrielse från energiskatt, nätägare för att planera åtgärder i sin anläggning eller räddningstjänsten vid insatser (såväl brand i batterierna som risk för strömgenomgång från aktiva paneler påverkar deras insatser).

En ingående utredning av förutsättningarna för ett sådant register behöver utredas i ett annat sammanhang. Det bör då även övervägas möjligheterna att genom detta register undvika behov av dubbelrapportering, exempelvis statistik till myndigheter, anmälan till nätägare med mera utan att det kan ske på samlat sätt genom en och samma plattform. Omvänt är det också viktigt att arbete med utformningen av rapporteringskrav så som föreslås i Naturvårdsverkets skrivelse *Ökad återvinning och återanvändning av elutrustning* koordineras med framtagandet av ett register för att säkerställa samstämmighet⁷⁴. Det bör även särskilt övervägas vilken säkerhetsnivå som är rimlig för sådan information med tanke på det försämrade omvärldsläget.

⁷⁴ Naturvårdsverket, *Ökad återvinning och återanvändning av elutrustning*, 2023.
<https://www.naturvardsverket.se/4acefb/globalassets/om-oss/slutredovisade-regeringsuppdrag/redovisning-av-ru-okad-atervinning-och-ateranvandning-av-elutrustning.pdf>

5.4.2 Framtida samordning av utökade krav på statistik med Vindbrukskollen

Energimyndighetens rekommendation

Vid eventuella framtida krav på ytterligare statistik kring vindkraft bör detta samordnas med tillgänglig statistik i Vindbrukskollen.

Om förslagen i kapitel 5.1.2, 5.4.3 och 5.4.4 leder till framtida krav på register och statistik för vindkraftverk eller vindturbinblad är det lämpligt att detta samordnas med den befintliga statistiken i Vindbrukskollen. Detta för att underlätta både för de aktörer som ska rapportera in information och för de som vill använda sig av statistiken eftersom den då finns samlad på en plats.

För att kunna uppskatta framtida kvantiteter av vindturbinblad som lämnas till återvinning, så går det i dagsläget att översiktligt beräkna mängden vindturbinblad utifrån information från den officiella vindkraftsstatistiken och karttjänsten Vindbrukskollen. Genom kompletterande information kan man använda administrativa data från Energimyndighetens register på anläggningar som är godkända för elcertifikat och/eller ursprungsgarantier i fråga om tidpunkt för när vindkraftverk tagits i drift, så kan man uppskatta livslängden på hos olika typer av vindkraftverk och den faktiska mängden av framtida vindturbinblad. För att förbättra tillförlitligheten i de skattningar som kan göras bör det övervägas att göra anmälan till Vindbrukskollen obligatorisk.

När det gäller mängden vindturbinblad i nya vindkraftverk som kommer att installeras till 2030, är det möjligt att utgå från myndighetens kortsiktiga prognos 2020–2025 och till 2050 utifrån scenarier i myndighetens rapport 2023 om scenarier över Sveriges energisystem.

5.4.3 Ekodesignliknande krav för vindkraftverk

Energimyndighetens rekommendation

Sverige bör bevaka att eventuella informationskrav som tas fram som branschstandard ligger i linje med övrig ekodesignlagstiftning,

En förutsättning för en effektiv återvinning av materialen i vinturbinbladen är att det finns information om innehållet i dem. Vindkraftsbranschen har därför påbörjat ett eget initiativ att testa standardiserad produktinformation i så kallade produktpass.⁷⁵

Produktpass är också en av de bärande delarna i den pågående revideringen av ekodesigndirektivet (2009/125/EG). Ekodesigndirektivet kommer att gå över till att bli en ramföreläggning, Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR⁷⁶. Intentionen är att ESPR

⁷⁵ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 56

⁷⁶ European Commission, *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*, 2024. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en (hämtad 2024-03-22)

ska omfatta alla fysiska produkter. ESPR har ett tydligt fokus på cirkularitet och de underliggande produktförordningarna är tänkta att innehålla omfattande informationskrav och exempelvis krav på andel återvunnet material, materialeffektivitet och återvinnbarhet. Även om vindturbinblad inte skulle komma att hanteras inom ESPR, så förespråkar Energimyndigheten att Sverige bör bevaka att de informationskrav som tas fram som branschstandard ligger i linje med övrig ekodesignlagstiftning. Energimyndigheten kan även överväga att ställa informationskrav som ligger i linje med produktpass enligt ESPR vid utformning av forskning-, innovations- och demonstrationsinsatser som rör utveckling av vindturbinblad.

5.4.4 Verka för relevanta avfallskoder inom EU i syfte att underlätta gränsöverskridande transporter av avfall

Energimyndighetens rekommendation

När tillfälle uppstår i förhandlingar på EU-nivå bör det övervägas regler, exempelvis genom relevanta avfallskoder, som underlättar inregränsöverskridande handel med avfall där volymer för en nationell storskalig industriell hantering är begränsad.

Regeringen bör på EU-nivå verka för att underlätta för gränsöverskridande transporter av uttjänta solcellspaneler, vindturbinblad och andra glasfiberkompositer i syfte att uppnå hantering högre upp i avfallshierarkin. Möjligheten att på ett lättare sätt flytta uttjänta solcellspaneler och vindturbinblad över landsgränserna för att ge en tillräcklig avfallsström, har förts fram av aktörer i branschen. I Danmark har frågan uppmärksamats om möjligheten att samla in glasfiberkomposit från flera olika sektorer för transport i syfte att skapa mer volym och lönsamhet. Det kräver införande av relevanta avfallskoder i avfallslagstiftningen både på EU-nivå och internationellt⁷⁷,

Gränsöverskridande transport av avfall regleras i Förordning (EG) 1013/2006 om transport av avfall som införlivar såväl Baselkonventionen, som på global nivå reglerar gränsöverskridande transporter av farligt avfall, som OECD-beslutet om transport av avfall mellan OECD-länder i EU:s lagstiftning. Vanligtvis krävs tillstånd (förhandsanmälan och beslut) för transporter av sammansatta avfall så som glasfiberkompositer. Införande av särskilda avfallskoder för transporter av visst avfall uteslutande inom EU, som innebär ett enklare administrativt förfarande (informationsplikt), kan vara möjligt inom ramen för förordningen, men behöver då också godkännas på internationell nivå. Ett befintligt exempel på detta är koden BEU04 för sammansatt förpackningsmaterial. Sådana undantag från kravet på tillstånd kan dock inte göras för farligt avfall. Solcellspaneler utgör elavfall som normalt klassas som farligt avfall.

⁷⁷ Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1013/2006, SFS 2020:614 (riksdagen.se), Kommissionens förordning (EG) nr 1418/2007

6 Konsekvensanalys vindturbinblad

Följande kapitel är baserat på den förenklade, kvalitativa konsekvensanalys som RISE utfört i den bifogade underlagsrapporten⁷⁸. Syftet är att analysera effekterna av de tidigare beskrivna åtgärdsförslagen på målbilden: en effektiv avfallshantering av vindturbinblad där en ökande andel vindturbinblad återbrukas och materialåtervinns i stället för att förbrännas eller hamna på deponi.

Kapitlet beskriver kvalitativt ekonomiska och miljömässiga konsekvenser av respektive åtgärdsförslag. Sociala konsekvenser är inte inkluderade då RISE gjort bedömningen att förslagen inte har några betydande effekter på folkhälsa, jämställdhet, jämlikhet, kultur, demokrati, tillgänglighet eller utbildning. Analysen har dock ett behov av att kompletteras med en kvantitativ analys för en mer fullständig bild.

6.1 Nollalternativet

Det scenario som används som referens för att bedöma konsekvenserna av förslagen som tagits fram inom detta arbete kallas för nollalternativet. Detta är ett business-as-usual scenario av vad som skulle kunna vara en rimlig framtid om inga av förslagsåtgärderna i rapporten blir verklighet.

Bland värdekedjans aktörer finns flera startade initiativ. Det finns exempel på återbruk där vindturbinbladen används som broar, bullerplank och busshållplatser. Dock sker detta inte på någon större skala i dagsläget. När det kommer till materialåtervinning finns det åtminstone en aktör som säger sig ha utvecklat en lösning men då denna inte är tillgänglig på marknaden ännu inkluderas den inte i nollalternativet. Resultatet är därför att det i nollalternativet inte finns någon skalbar marknadslösning för materialåtervinning. Detsamma gäller möjligheterna till energiåtervinning, då vindturbinbladen kan skada förbränningsanläggningarna. Däremot finns det aktörer på marknaden som hanterar vindturbinblad genom samförbränning i cementindustrin och genom mekanisk återvinning till kompositpaneler. Dessa lösningar inkluderas därför i nollalternativet.

Tidigare forskningsfinansiering av Energimyndigheten, Vinnova och Formas under åren 2017–2022 skulle kunna leda till att hanteringen av uttjänta vindturbinblad förbättras. Det är upp emot sjuttio projekt som har anknytning till vindkraft och de flesta av dessa handlar om utveckling av nya material och tekniker för utveckling av vindturbinbladens konstruktion⁷⁹. Det är också specifikt sju projekt som har undersökt metoder för återanvändning och återvinning av vindturbinbladen.

Enligt RISE bedömning skulle det potentiellt kunna finnas en bättre tillgång till data i nollalternativet. Detta eftersom det redan har presenterats ett förslag av Naturvårdsverket om att hämta information om avfallsflödet från vindkraftverk från ägarna till vindkraftsparken⁸⁰.

⁷⁸ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 131-140.

⁷⁹ Riksrevisionen, *Uttjänta solcellspaneler och vindturbinblad – statens insatser för en effektiv hantering*, RiR 2023:11.

⁸⁰ Naturvårdsverket, *Kartläggning av plastflöden i Sverige 2020*, Rapport 7038, 2022.

6.2 Konsekvenser av åtgärdsförslagen

I följande avsnitt presenteras en sammanfattning av den konsekvensanalys som RISE utfört inom sitt underlagsarbete. Analysen består av effekter på miljö, företag och enskilda samt det offentliga och utgår från de förslag från kapitel 5 som bedöms ha störst möjlighet att påverka den framtida hanteringen av vindturbinblad.

6.2.1 Vägledning för hantering av vindturbinblad högre upp i avfallshierarkin

Konsekvenserna av förslaget om vägledning för hantering av vindturbinblad högre upp i avfallshierarkin beskrivs nedan. Se kapitel 5.1.1 för en beskrivning av förslaget.

Effekter för företag och enskilda

Förslaget är enbart ett förtydligande av gällande regelverk och bör därför inte kunna ses som ett kostnadsdrivande förslag för företag och enskilda.

Direkta effekter för den eller de branschorganisationer som tar på sig ansvaret för att ta hand om förslaget består till största del av en fullgörandekostnad i form av kostnader för den arbetstid som krävs för att fullgöra förslaget samt ökade löpande administrativa kostnader. Dessa kostnader hamnar på den eller de branschorganisationer som ansvarar för att ta fram och uppdatera vägledningen.

Däremot kan det uppstå indirekta effekter till följd av ändrat utbud och efterfrågan på hanteringen av vindturbinblad. Det är viktigt att det vid ett deponiförbud finns ekonomiskt rimliga alternativ för hantering för att förslaget inte ska leda till orimliga kostnader.

Det förväntas inte bli någon särskild påverkan på konkurrensvillkoren för aktörerna inom sektorn.

Effekter för det offentliga

Förslaget kan leda till indirekta effekter för kostnaderna av prövning hos länsstyrelser. Dessa kan vara både positiva och negativa då det å ena sida kan leda till att färre aktörer ansöker om dispens men å andra sidan att fler nekade beslut överklagas.

Effekter på miljön

Förslaget bedöms inte få några direkta effekter på miljön, varken positiva eller negativa. Däremot kan det leda till indirekta effekter.

Positiva indirekta effekter som skulle vara förväntade är att förslaget minskar användningen av deponi och förbränning som alternativ vid en avfallshantering av ett vindturbinblad. Om deponi och förbränning av glaskompositer i högre grad kan undvikas kan det minska utsläpp av växthusgaser samt risken för utlakning av miljöfarliga ämnen från deponier och aska. Därmed ges incitament till att livstidsförlänga vindturbinbladen i sitt nuvarande användningsområde. Dessutom kan det ge incitament till att använda andra lösningar för avfallshantering som exempelvis återanvändning i samma eller andra parker eller återbruk i andra funktioner. Det kan även leda till att aktörer i branschen ser ett större behov i att utveckla möjligheterna till materialåtervinning.

En negativ indirekt effekt på miljön skulle kunna vara om nedmonterade vindturbinblad i högre utsträckning exporteras till länder som tillåter deponi eller förbränning.

6.2.2 Stöd till ytterligare forskning om cirkularitet och resurseffektivitet inom elproduktion i Sverige, däribland vindturbinblad

Konsekvenserna av förslaget om stöd till ytterligare forskning om cirkularitet och resurseffektivitet inom elproduktion i Sverige inkluderat vindturbinblad beskrivs nedan. Se kapitel 5.2.1 för en beskrivning av förslaget.

Samhällsekonomiska effekter

Det bör utredas kvantitativt huruvida det stöd som föreslås till forskning ger samhälls-ekonomiskt positiva effekter. Forskningsmedlen, befintliga som utökade, bör riktas dit de förväntas ge störst samhällsekonomisk nytta.

6.2.3 Framtida samordning av utökade krav på statistik med Vindbrukskollen

Konsekvenserna av förslaget om framtida samordning av utökade krav på statistik med Vindbrukskollen beskrivs nedan. Se kapitel 5.4.2 för en beskrivning av förslaget.

Effekter för företag och enskilda

Förslaget bör främst leda till fullgörandekostnader och löpande administrativa kostnader för producenter av vindturbinblad, vindkraftverksproducenter och vindkraftsparksägare. Fullgörandekostnaderna består av kostnader för arbete samt inköp av mjukvarustöd för att kunna rapportera in den efterfrågade informationen. De administrativa kostnaderna består av kostnader för administration av aktörens datainsamling och rapportering. För att inte innebära en orimlig börda för aktören bör omfattningen av informationskraven inte innehålla fler variabler än nödvändigt för att uppnå önskad miljöeffekt.

En indirekt effekt är att höga kostnader på grund av förslaget kan leda till att aktörer väljer att dra sig ur marknaden. Vindkraftverksproducenterna förväntas dock redan ha tillgång till mycket av den information som är av relevans, vilket bör innebära en låg risk för att de ska behöva ta ett sådant beslut.

En möjlig positiv effekt av förslaget är att det kan leda till förbättrade konkurrensvillkor av att producenterna publicerar mer information om sina produkter. Omfattningen av detta beror dock på till vilken grad informationen blir offentlig eller tillgänglig för andra aktörer.

Effekter för det offentliga

RISE har inom arbetet med underlagsrapporten inte haft möjlighet att undersöka vilka kostnader ett obligatoriskt register skulle innebära. Däremot har de reflekterat kring vad dessa kostnader skulle bestå av. För exempelberäkningar, se RISE underlagsrapport.

Effekterna av förslaget på berörda myndigheter består av engångskostnader för upprättandet av systemet för datainsamling men också av löpande administrativa kostnader för underhåll. Storleken av dessa beror på om man kan bygga på ett befintligt register eller om ett helt nytt register behöver skapas. Dessa kostnader skulle dock lämpligen finansieras genom avgifter.

Effekter på miljön

Förslaget bedöms inte leda till några större direkta effekter på miljön.

Däremot skulle förslaget kunna leda till indirekta positiva effekter på miljön eftersom bättre information om vindturbinbladen innebär att det finns bättre förutsättningar för att planera för och uppnå en avfallshantering enligt avfallshierarkin.

7 Konsekvensanalys solcellspaneler

Följande kapitel är baserat på den förenklade, kvalitativa konsekvensanalys som RISE utfört i den bifogade underlagsrapporten⁸¹. Syftet är att analysera effekterna av de tidigare beskrivna åtgärdsförslagen på målbilden: en effektiv avfallshantering av solcellspaneler där solcellspanelerna har en ökad användningstid och där en ökande andel av solcellspanelen materialåtervinns i stället för att förbrännas eller hamna på deponi.

Kapitlet beskriver kvalitativt ekonomiska och miljömässiga konsekvenser av respektive åtgärdsförslag. Sociala konsekvenser är inte inkluderade då RISE gjort bedömningen att förslagen inte har några betydande effekter på folkhälsa, jämställdhet, jämlikhet, kultur, demokrati, tillgänglighet eller utbildning. Analysen har dock ett behov av att kompletteras med en kvantitativ analys för en mer fullständig bild.

7.1 Nollalternativet

Nollalternativet utgör ett scenario som förväntas ske om inget utav de presenterade åtgärdsförslagen genomförs. Aktörer förväntas agera efter rådande lagstiftning och anpassar sig efter initiativ som redan tagits.

Riksrevisionen beskriver att tidigare regeringsuppdrag inte resulterat i nya eller förändrade styrmedel vad gäller uttjänta solcellspaneler⁸². Utifrån det regeringsuppdrag som Energimyndigheten fått kopplat till utbyggnaden av sol el kan det dock genereras bättre solenergistatistik framåt. Sådan statistik kan öka förutsägbarheten om framtida avfall. Riksrevisionen lyfter även fyra statligt finansierade forskningsprojekt för hantering av uttjänta solcellspaneler, beviljade under perioden 2017–2022.

EU:s förhandlingar om ett kommande Ekodesignregelverk inkluderas inte i nollalternativet.

Nollalternativet innebär bättre statistik om kommande solcellskapacitet men en fortsatt begränsning finns för de redan installerade solcellspanelerna. Det råder även otydlighet om vilka solcellspaneler som omfattas av producentansvar. Bilden av kommande volymer solcellspaneler blir felaktig och de solcellspaneler som inte registrerats inom producentansvaret riskerar att leda till att det inte finns finansiering för hantering av uttjänta solcellspaneler som kommer in till producentansvarsorganisationernas insamling.

⁸¹ RISE, *Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk*, 2024, ER 2024:12, s. 140-148.

⁸² Riksrevisionen, *Uttjänta solcellspaneler och vindturbinblad – statens insatser för en effektiv hantering*, RiR 2023:11.

7.2 Konsekvenser av åtgärdsförslagen

I följande avsnitt presenteras en sammanfattning av den konsekvensanalys som RISE utfört i sin underlagsrapport kopplat till förslagen som avser solcellspaneler i kapitel 6. Analysen bygger på effekter på miljö, företag och enskilda samt det offentliga. Urvalet av förslag baseras på en bedömning av förslagets lämplighet

7.2.1 Tillägg av solcellspaneler som egen kategori i anmälan till Naturvårdsverket

Konsekvenserna av förslaget om tydliggörande av producentansvar för solcellspaneler beskrivs nedan. Se kapitel 5.3.1 för mer information om förslaget.

Effekter för företag och enskilda

Då förslaget endast innebär ett förtydligande förväntas det inte leda till ökade kostnader för företag som ännu inte anmält producentansvar. Införandet av att anmälan och rapportering görs i särskild underkategori för solcellspaneler bedöms inte föranleda någon förändrad administrativ börda för producenter.

För de som redan är anmälda producenter, men inte specifikt av solcellspaneler, innebär förslaget att anmälan behöver uppdateras, så att det framgår att producenten tillhandahåller solceller på den svenska marknaden, för att de sedan ska kunna rapportera i underkategorin solcellspaneler. I de fall producenter har ett producentombud behöver denne uppdatera anmälan för producenten via Naturvårdsverkets E-tjänst.

En indirekt effekt skulle kunna vara att företag som inte anmält producentansvar drar sig bort från marknaden. Färre aktörer kan leda till att konsumenternas valmöjligheter minskar och att kostnaderna för solcellspaneler ökar. När samtliga aktörer omfattas av samma villkor uppstår bättre konkurrensvillkor.

Effekter för det offentliga

Förslaget bedöms inte ha några effekter för det offentliga.

Effekter på miljön

Inga direkta effekter förväntas på miljön. Indirekt kan förslaget leda till positiva effekter på miljön eftersom fler aktörer kan komma att anmäla producentansvar vilket ökar intäkterna av produktavgifter hos PRO och därmed kan hanteringen av solcellspaneler gynnas om fler bekostar insamling och behandling av uttjänta solcellspaneler. Om förslaget leder till att aktörer drar sig ut från marknaden och kostnaden för slutkonsument ökar kan det ske att andelen solceller som installeras minskar. Det i sin tur minskar resursförbrukningen samtidigt som den svenska elproduktionen av solceller slutar att öka.

7.2.2 Solcellsanläggningsregister

Konsekvenserna av förslaget om ett solcellsanläggningsregister beskrivs nedan. Se kapitel 5.4.1 för mer information om förslaget.

Effekter för företag och enskilda

Förslaget om bättre data om solcellspaneler innebär en fullgörandekostnad och löpande administrativa kostnader för installatörer av solcellspaneler. Det innefattar engångskostnader för arbetstid och mjukvarustöd så att efterfrågad data kan rapporteras in. De administrativa kostnaderna avser den tillkommande arbetstiden som krävs för att sköta datainsamling och rapportering. Den administrativa bördan ökar ju fler variabler som ska samlas in.

Om det passar med utformningen av registret kan det samlas i ett huvudregister i stället för att skicka samma uppgifter till flera myndigheter. Eventuella kostnader som uppstår hos myndigheterna för registerhållningen finansieras av bolagen. I de fall administrativa avgifterna blir för höga kan en indirekt effekt bli att aktörer lämnar marknaden. Kostnaden förväntas överföras på slutkonsument vilket även kan leda till en minskad efterfrågan på solcellspaneler. Om den insamlade informationen blir tillgänglig för andra aktörer på marknaden kan förslaget bidra till bättre konkurrensvillkor.

Effekter för det offentliga

Liksom för företagen uppstår både engångskostnader och löpande administrativa kostnader för att underhålla systemet även hos berörda myndigheter. Engångskostnaden beror på om det finns möjligheter att komplettera existerande register eller om ett helt nytt register behöver skapas. Kostnaden för registret bör finansieras genom avgifter. För kostnadsexempel se RISE:s underlagsrapport.

Effekter på miljön

Inga direkta effekter förväntas på miljön. Bättre information och underlag om när avfallsströmmar förväntas öka kan dock indirekt skapa bättre förutsättningar hantering av de uttjänta solcellerna i linje med avfallshierarkin.

7.2.3 Stöd till ytterligare forskning om cirkularitet och resurseffektivitet inom elproduktion i Sverige, däribland solcellspaneler

Konsekvenserna av förslaget om stöd till ytterligare forskning om cirkularitet och resurseffektivitet inom elproduktion i Sverige inkluderat solcellspaneler beskrivs nedan. Se kapitel 5.2.1 för en beskrivning av förslaget.

Samhällsekonomiska effekter

Det bör utredas kvantitativt huruvida det stöd som föreslås till forskning ger samhällsekonomiskt positiva effekter. Forskningsmedlen, befintliga som utökade, bör riktas dit de förväntas ge störst samhällsekonomisk nytta.

Referenser

Abrahamsen, A.B., Beauson, J., Wilhelm Lund, K., Skov Madsen, E., Rudolph, D.P., Pagh Jensen, J., 2023, *Method for estimating the future annual mass of decommissioned wind turbine blade material in Denmark*, 2023. DOI:10.22541/au.168105743.37926484/v1

André, A., Kullberg, J., Nygren, D., Mattsson, C., Nedev, G. och Haghani, R. *Re-use of wind turbine blade for construction and infrastructure applications*, 2020. <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/942/1/012015> (hämtad 2024-02-09)

DecomBlades, Blade manufacturers announce joint commitment to support recycling by providing material passports, 2023. <https://decomblades.dk/index.php/2023/04/25/638/> (hämtad 2024-02-09)

Delaney, E.L., McKinley, J. M., Megarry, W., Graham, C., Leahy, P.G., Bank, L.C., & Gentry, R., *An integrated geospatial approach for repurposing wind turbine blades. Resources, Conservation and Recycling*, 2021, Volume 170. Artikel 105601. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092134492100210X>

Energimyndigheten, Styrmedel för CCS och CCU, ER 2023:26, Bromma: Arkitektkopia, 2024.

Energimyndigheten, Yttrande angående Naturvårdsverkets skrivelse Ökad återvinning och återanvändning av elutrustning, Dnr 2023-206854, 2024.

Energimyndigheten och Länsstyrelserna, *Vindbrukskollen*, 2024. <https://vbk.lansstyrelsen.se/>

Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1013/2006, av den 14 juni 2006 om transport av avfall

European Commission, Ecodesign for Sustainable Products Regulation, 2024. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en (hämtad 2024-03-22)

Havs- och vattenmyndigheten, *Regeringsuppdrag insamling och återvinning av fiskeredskap och fritidsbåtar Delrapportering om fritidsbåtar*, Dnr 911-2022, 2023. <https://www.havochvatten.se/om-oss-kontakt-och-karriar/om-havs--och-vattenmyndigheten/regeringsuppdrag/regeringsuppdrag/uppdrag-om-insamling-och-atervinning-av-fiske-redskap-och-fritidsbatar-2022.html#h-Redovisning> (hämtad 2024-02-09)

IEA Wind Task 45, *Deliverable 2.2 Blade End-of-Life Treatments: State of the Art, Challenges, Barriers & Environmental Impacts*, (Report in press), 2023. <https://iea-wind.org/task45/t45-publications/>

Kommissionens förordning (EG) nr 1418/2007, av den 29 november 2007 om export för återvinning av visst avfall som förtecknas i bilaga III eller IIIA till Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1013/2006 till vissa länder som inte omfattas av OECD-beslutet om kontroll av gränsöverskridande transporter av avfall

- Liu, P., och Barlow, C., *Wind turbine blade waste in 2050*, Waste Management, Volume 62, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.02.007> (hämtad 2024-02-29)
- Naturvårdsverket, Nedmontering av vindkraftverk och ansvar för återställande, 2024. <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/branscher-och-verksamheter/vindkraft/nedmontering-av-vindkraftverk-och-ansvar-for-aterstallande/> (hämtad 2024-22-23)
- Naturvårdsverket, *Nedskräpande och uttjänta fritidsbåtar*, Stockholm: Naturvårdsverket, 2011.
- Naturvårdsverket, *Hantering av schaktmassor och annat naturligt förekommande material som kan användas för anläggningsändamål*, 2022. <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/510ee48eff174af79e11cad4e8cecf8/skrivelse-uppdrag-om-hantering-av-schaktmassor-m2021-00191.pdf> (hämtad 2024-02-27)
- Naturvårdsverket, *Kartläggning av plastflöden i Sverige 2020*, Rapport 7038, Bromma: Arkitektkopia, 2023. <https://www.naturvardsverket.se/publikationer/7000/978-91-620-7038-0> (hämtad 2024-02-09)
- Naturvårdsverket, Bygg- och rivningsavfall, 2023. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfallslag/bygg--och-rivningsavfall/> (hämtad 2024-02-09)
- Naturvårdsverket, *Ökad återvinning och återanvändning av elutrustning*, 2023. <https://www.naturvardsverket.se/4acefb/globalassets/om-oss/slutredovisade-regeringsuppdrag/redovisning-av-ru-okad-atervinning-och-ateranvandning-av-elutrustning.pdf> (hämtad 2024-03-06)
- Paulsen, E. B., & Enevoldsen, P., *A multidisciplinary review of recycling methods for end-of-life wind turbine blades*, 2021, Energies, 14(14), 4247. <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/14/4247> (hämtad 2024-02-09)
- Riksrevisionen, *Uttjänta solcellspaneler och vindturbinblad – statens insatser för en effektiv hantering*, RiR 2023:11, Stockholm: Riksdagstryckeriet, 2023. https://www.riksrevisionen.se/download/18.4c616b9e188641e491b82780/1685594817497/RiR_2023_11_rapport.pdf (hämtad 2024-02-09)
- RISE, Cirkulärt omhändertagande av solcellspaneler och vindturbinblad för vindkraftverk, ER 2024:12, Bromma: Arkitektkopia, 2024.
- SFS 2020:614 *Avfallsförordningen*
- Skellefteå kommun, Avgifter för deponi (deponitaxa), 2024. <https://skelleftea.se/invanare/startside/bygga-bo-och-miljo/avfall-och-atervinning/tjanster-och-avgifter-for-avfall/deponitaxa> (hämtad 2024-02-09)
- SOU 2020:83, Miljömålsberedningen, *Havet och människan*, Stockholm: Regeringskansliet, 2020.
- IEA, *Data Model for PV Systems 2020 report IEA-PVPS T1/14-01:2020* Data Model for PV Systems (iea-pvps.org) (hämtad 2024-03-08)

Hållbar energi för alla

Energimyndighetens uppdrag är att förena ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet i energisystem, som är hållbara och kostnadseffektiva med en låg påverkan på hälsa, miljö och klimat.

Vi bidrar med fakta, kunskap och analyser om tillförsel och användning av energi i samhället, och arbetar för en trygg energiförsörjning.

Forskning om framtidens energisystem och teknik får stöd av oss. Vi stöttar också affärsutveckling som gör det möjligt att kommersialisera innovationer och ny teknik, och ser till att goda lösningar kan exporteras.

Vi ansvarar för Sveriges officiella statistik på energiområdet, och hanterar stödsystem så som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter. Dessutom deltar vi i internationella klimatsamarbeten, och förmedlar fakta om effektivare energianvändning till hushåll, företag och myndigheter.

Energimyndigheten är också beredskapsmyndighet och sektorsansvarig myndighet inom energiområdet.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna

Telefon 016-544 20 00

E-post registrator@energimyndigheten.se

energimyndigheten.se