

Ny och pågående vindkraftsforskning i Sverige 2018

En sammanställning av svenska forskningsprogram och
publikationer inom vindkraftsområdet



UPPSALA
UNIVERSITET

NÄTVERKET FÖR VINDBRUK

Mars 2019

Liselotte Aldén, liselotte.alden@geo.uu.se

Ulrika Ridbäck, ulrika.ridback@geo.uu.se

Vindenergi Campus Gotland
Institutionen för geovetenskaper
Uppsala universitet
www.geo.uu.se

Framsida: Kitesurfare i Varbosviken, Gotland. I bakgrunden landbaserad vindkraft i Klintehamn.
Foto: Ulrika Ridbäck

Detta är en publikation från Noden för utbildning och kompetensfrågor i Nätverket för vindbruk.
Projektet finansieras av Energimyndigheten.

Publikationer från Nätverket för vindbruk finns tillgängliga för nerladdning via
www.natverketforvindbruk.se

Innehåll

1. Inledning	4
2. Forskningsprogram och forskningscentra	5
2.1. VindEL	5
2.2. Vindforsk IV	7
2.3. Vindkraft i Kallt Klimat	8
2.4. Vindval	9
2.5. RISE	12
2.6. SamspeL – Forskning och innovation för framtidens elnät	14
2.7. STandUP for Wind	16
2.8. Svenskt vindkraftstekniskt centrum	17
2.9. Sammanfattning	18
3. Publicerade vetenskapliga artiklar	20
3.1. Finansiering, elmarknad, kostnadsberäkning	20
3.2. Vindresurser, energiberäkning	20
3.2.1. Konferensbidrag	21
3.3. Teknisk utveckling, design och laster på vindkraftverk	21
3.3.1. Konferensbidrag	21
3.4. Tillverkning, drift och underhåll	22
3.5. Elnät, elnätsintegrering, elkraft och system	22
3.5.1. Konferensbidrag	23
3.6. Planering och policy	23
3.7. Påverkan på djur	24
3.8. Ljud, buller och vibrationer	24
3.9. Riskbedömning, blixtskador	24
3.10. Sammanfattning av publicerade artiklar och konferensbidrag	24
4. Akademiska avhandlingar och uppsatser	26
4.1. Doktorsavhandlingar	26
4.2. Licentiatavhandlingar	27
4.3. Masteruppsatser	27
4.4. Magisteruppsatser	29
4.5. Kandidatuppsatser	30
4.6. Sammanfattning av akademiska avhandlingar och uppsatser	30

1. Inledning

Uppsala universitet Campus Gotland producerar årligen en sammanställning av svensk forskning om vindkraft i serien *Ny och pågående forskning om vindkraft i Sverige* som publiceras på Nätverket för vindbruks hemsida. Syftet är att intresserade ska få en lättillgänglig överblick av vad som årligen sker inom vindkraftsforskningen. Denna rapport utgör den sjunde upplagan i serien.

Sammanställningen är indelad i två avsnitt. Det första är en presentation av de forskningsprogram och forskningscentra som är verksamma inom vindkraftsforskning i Sverige. Där ingår aktuella forskningsprojekt. Därefter följer en ämnesindeldad förteckning av forskning om vindkraft som publicerats under 2018. För de vetenskapliga artiklarna som visas i sammanställningen är minst en av författarna verksam vid ett svenskt lärosäte. Här redovisas även doktors- och licentiatavhandlingar samt uppsatser på kandidat-, magister- och masternivå. I förteckningen länkas alla poster direkt till publikationerna. Vissa av länkarna kräver inloggningsuppgifter i Scope. I detta avsnitt finns också tabeller som visar antalet publikationer med kommentarer.

Uppgifterna till denna rapport hämtas från olika databaser och hemsidor, men även från direktkontakt med lärosäten, forskare och representanter från de olika forskningsprogrammen. Vi vill här passa på att tacka alla för deras bidrag och hjälp. Till kommande rapporter tar vi gärna emot fler tips och bidrag.

Uppsala universitet Campus Gotland är noden med ansvar för utbildnings- och kompetensfrågor i det nationella Nätverket för vindbruk. Denna sammanställning är utförd som en del av detta uppdrag. Alla årgångar av *Ny och pågående vindkraftsforskning* finns publicerade på Nätverket för vindbruks hemsida. Där finns även engelska versioner tillgängliga.

2. Forskningsprogram och forskningscentra

I Sverige finns flera universitet och högskolor som bedriver forskning inom ett flertal ämnesområden kopplat till vindkraft både till havs och på land. Forskningen är bred och djup och omfattar bland annat teknisk utveckling, driftlösningar, miljöpåverkan, acceptans och maktfrågor. I denna sammanställning beskrivs verksamheten under 2018 vid forskningscentra och -program som beviljar medel till forskning om vindkraft.

2.1. VindEL

VindEL är Energimyndighetens program för forskning och innovation inom vindkraft. Programmets mål är att bidra till de effektmål som Energimyndigheten lagt fram i sin strategi för vindkraftsområdet:

- Vindkraften utgör en betydelsefull del av den svenska elförsörjningen.
- Vindkraften bidrar med klimatnytta, näringslivsutveckling och stabilitet i elsystemet.
- Driften och utbyggnaden av vindkraft sker med hänsyn tagen till social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet.

VindEL-programmet har sedan 2017 för avsikt att dela ut en stor del av programmedlen till projekt genom en årlig återkommande utlysning. Pågående programperiod löper fram till 31 december 2021. Energimyndigheten kommer under våren 2019 besluta om eventuell förlängning av programmet till och med 2024. Utlysningarna riktar mot de i strategin utpekade prioriterade insatsområdena: (1) Resurseffektiv vindkraft i svenska förhållanden, (2) Vindkraftens plats i samhället och miljön, (3) Integration i elsystemet. 2018 hölls en ny utlysning inom programmets prioriterade forskningsområden. Nästa utlysning inom VindEL blir preliminärt i april 2019.

[Mer om VindEL-programmet](#)

[Den andra utlysningen inom VindEL 2018](#)

[Den första utlysningen i VindEL 2017](#)

[Beviljade projekt inom VindEL 2017 \(pdf\)](#)

[Energimyndighetens strategi för vindkraft](#)

Beviljade projekt i VindEL-programmets utlysning 2018

[*Detektion och modellering av frost, snö och is på vindkraftsblad*](#)

Projektets syfte är att ta fram lösningar för att minska produktionsförlusten för vindkraft i kallt klimat. Fokus är att effektivisera detekteringsmetoder av is på vindkraftverk genom bildanalys och modellering av isbildning, samt undersökning av frostens inverkan på ackumuleringen av is och snö. Luleå tekniska universitet, Johan Casselgren.

[*Iskartering for Sverige*](#)

Syftet med projektet är att skapa nya iskartor med högupplöst isklimatedata på dagens och framtidens navhöjder för hela Sverige, med målet att tillgängliggöra dessa på webben

genom ett öppet och interaktivt visualiseringssystem. Iskarteringen kommer ta med den svepta rotorarean i beräkningen, utöver bara nedisning på den exakta navhöjden, och grundar sig på en förbättrad ismodell från ett annat projekt (IceLoss 2.0, startade 2017). Kjeller Vindteknikk AB, Hanna Sabelström.

[Kemisk återvinning av glasfiberkomposit från vindturbinblad](#)

Bristen på återvinning av glasfiberkompositer från vindturbinblad är ett växande problem i Sverige idag. Det här projektet ska undersöka möjligheten att genom kemisk återvinning, så kallad solvolys/HTL, återvinna dessa kompositer. Genom att separera fiber och hårdplast från glaskompositen kan de olika delarna omvandlas och återanvändas; hårdplasten i exempelvis plaster och glasfiberfraktion till nya kompositer. RISE SICOMP AB, Cecilia Mattsson.

[Ljud från vindkraft - Vidareutveckling och verifiering av kontrollmetoder](#)

Det finns ett stort behov för att revidera nuvarande verifieringsmetoder för ljud från vindkraftverk i Sverige. Det omfattar även att validera föreslagna verifieringsmetoder genom mätningar och ljudberäkningar. Målet med projektet är att resultatet ska komma till användning i framtida vägledning om ljud från vindkraft. Akustikverkstan i Skaraborg Holding AB, Pontus Thorsson.

[Meteorologiska effekter på vindresursberäkning över innanhav – prognoser och klimatologi](#)

Havsbaserad vindkraft är mer attraktivt eftersom vindresursen till havs är större än på land. Projektets syfte är att förbättra bedömningen av vindresursen över Östersjöns innanhav och ämnar föreslå en bättre konfigurering av meteorologiska modellsystem för vindresursberäkningar över innanhav. Förmågan att förutse navhöjdsviden inom tidsramen 12 till 24h kommer att utvärderas hos olika modellsystem utifrån den lämpligaste konfigurationen. Uppsala universitet, Erik Sahlée.

[Optimal elhandel av vindkraft genom probabilistiska förutsägelser](#)

Som en väderberoende energikälla är vindkraft både variabel och osäker. Prognosnoggrannheten för vindkraftsproduktion kan förbättras genom att utveckla avancerade beräkningsmetoder baserat på maskininlärning för sannolikhetsmässig förutsägelse. Kvantifiering av osäkerhetsinformation ska användas som input för realiserande av optimal elhandel på Nordens elmarknad. Greenlytics AB, Sebastian Haglund El Gaidi.

[Turbulensmätning i vaken av ett vindkraftsverk med drönarburen anemometer](#)

Projektet ämnar utveckla och testa en mätmetod för vindhastighet och turbulensparametrar i strömningsfältet bakom rotorbladen. Mätdata ska användas till verifiering av de strömningssimuleringar som kommer göras med kommersiella program. En drönarburen anemometer kommer användas för att ge högre rumslig upplösning och drönarens stabilitet samt anemometerns upplösningsförmåga kommer även analyseras. Lunds universitet, Jens Klingmann.

[Vindkraft i svenska skogsförhållanden](#)

Förhållandet för vindkraft i svenska skogslandskap är väldigt komplext på grund av variation i landskapet och ojäm topografi. Projektets syfte är att studera vind- och turbulensförhållanden över skogslandskap i Sverige. Det omfattar atmosfäriska mätningar, utveckling av Sodar och Lidar mätmetodik, samt vidareutveckling av

modellverktyg med distinkt hänsyn till skog i öppet tillgängliga plattformar. Uppsala universitet, Stefan Ivanell.

[Vindkraft i svenskt kallt klimat - komplett modelleringskedja](#)

Projektet avser att studera allt från meteorologiska förutsättningar till ingående beräkningar av hur turbiners aerodynamiska egenskaper påverkas av is. Utifrån detta kommer turbinernas produktions- och lastvariationer beräknas, samt hur olika typer av ispåbyggnad orsakar dessa variationer. Projektets resultat kan användas till att undersöka hur anti- eller avisningssystem kan justeras för optimal funktion. Lunds universitet, Johan Revstedt.

[Vindkraftverk i svenska förhållanden - optimering av laster och produktion](#)

Komplexa skogsklädda miljöer och strandnära positioner karaktäriseras av olika vindförhållanden som påverkar placering av vindkraftverk. Projektmålet är att kvantifiera skillnader i energiproduktion och utmattningslaster för vindkraftverk i dessa miljöer, samt att jämföra med vindkraftverk placerade i plan terräng och till havs. Resultaten ska tillämpas i förslag på vindkraftverkens mest optimala placering och drift, vilket även kräver utveckling av en ny turbinmodell som tar hänsyn till övergående vindfenomen i dessa områden. Uppsala universitet, Karl Nilsson.

2.2. Vindforsk IV

Vindforsk IV är ett samverkansprogram som löpt under åren 2013–2017 genom samarbete mellan Energimyndigheten och Elforsk AB, från 2015 Energiforsk AB. Programmets drevs fram till 2018-04-01 för att redovisa och sprida resultat från avslutade projekt, bland annat genom en samlad slutsyntes som publicerades i juni 2018. Forskningen inom programmet fördelades på tre områden: (1) Vindresursen, projektering och etablering; (2) Drift och underhåll; (3) Vindkraft i elsystemet.

Projekt i Vindforsk IV-programmet som avslutats under 2018

[Nordiskt Konsortium: Optimering av stora vindkraftsparker](#)

Projektet är en fortsättning på två doktorandprojekt från Vindforsk III och fördelat på två delar. Den första delen har möjliggjort optimering och styrning av turbiner i vindkraftsparker med avseende på prestanda och laster. Den andra delen underlättar modellering i stor skala genom att studera hur stora parker påverkar vindfältet och därmed även närliggande parker, så kallad park-park interaktion. Detta är något man i allt högre grad behöver ta hänsyn till i utbyggnaden av vindkraft. Slutrapporten från projektet heter [Wind turbine wakes and wind farm wakes](#), Energiforskrapport 2018:541. Uppsala universitet, Stefan Ivanell.

[Vindkraft i skog II](#)

Projektet har genom vindmätningar och modellsimuleringar tagit fram ny kunskap om vindförhållanden över skog. Resultaten leder till mer pålitliga beräkningar av vindarna över skog, vilket är viktigt för att kunna bedöma energiproduktionen och lasten på turbinerna och för att få kunskap för att utvärdera lokalisering av vindkraftverk och vindkraftsparker i skogsmiljö. Projektet har också klargjort vilken effekt skogen har på

energiproduktionen och föreslagit metoder för att öka energiutbytet över skogsterräng. Slutrapporten heter [Windpower in forests II](#), Energiforskrappport 2018:499. Uppsala universitet, Matthias Mohr.

Samarbetet mellan Energimyndigheten och kunskapsföretaget Energiforsk syftade till mer samverkan och finansiering mellan näringsliv och vindkraftsforskning. Från 2018 har Energiforsk etablerat industrinätverket Vindforsk som samlar och sprider kunskap samt underlättar industrisamverkan i forskningsprojekt.

Rapporter från samverkansprogrammet Vindforsk IV finns tillgängliga på industrinätverket [Vindforsk's hemsida](#).

Dessa rapporter publicerades också 2018:

[Avisningssystem för vindkraftverk](#), 2018:467 Vindforsk. Lindskog Innovation AB, projektledare Sven-Erik Thor.

[Inertial support from variable speed wind turbines](#), 2018:468 Vindforsk. Chalmers Tekniska Högskola, projektledare Peiyuan Chen.

[Harmonics and wind power](#), 2018:469 Vindforsk. Luleå Tekniska Universitet, projektledare Math Bollen.

[Load monitor 1](#), 2018:482 Vindforsk. Kjeller Vindteknikk, Uppsala universitet Campus Gotland och Teknikgruppen med stöd av Stena Renewable.

[Load monitor 2](#), 2018:483 Vindforsk. Kjeller Vindteknikk, Uppsala universitet campus Gotland och Teknikgruppen med stöd av Stena Renewable.

[Bayesian methods for preventive maintenance](#), 2018:484 Vindforsk. Uppsala universitet, projektledare Bahri Uzunoglu.

[Analysis of sub-synchronous oscillations in wind power plants](#), 2018:498 Vindforsk. Kungliga Tekniska högskolan KTH, projektledare Mehrdad Ghandhari.

[Dynamic rating of power lines and transformers for wind energy integration](#), 2018:500 Vindforsk. Kungliga Tekniska högskolan KTH, projektledare Patrik Hilber.

[Analysis of vacuum breaker generated transients in a 36kV wind farm cable grid](#), 2018:502 Vindforsk. Chalmers, projektledare Talrik Abdulahovic.

[Brushless wind power generator for limited speed range](#), 2018:503 Vindforsk. Kungliga Tekniska högskolan KTH, projektledare Chandur Sadarangi.

2.3. Vindkraft i Kallt Klimat

Forsknings- och utvecklingsprogrammet Vindkraft i Kallt Klimat pågick under åren 2013–2016 och de sista projekten med medel från det här programmet avslutades under 2018. Sedan 2017 kan finansiering till forskningsprojekt om vindbruk i kallt klimat sökas från VindEL (läs mer i kapitel 2.1).

Programmets huvudmål var att uppmuntra och förenkla en omställning av det svenska energisystemet samt att svensk forskning tar en tätposition och utvecklar särskild

kunskap inom vindkraft i kallt klimat. Detta syftar i längden till att underlätta etableringen av större vindkraftsparker i norra Sverige under nästa årtionde med de utmaningar som finns med vindkraft i kallare områden.

Programmet har även syftat till att främja uppbyggnad av ändamålsenlig akademisk kompetens som ska bidra till en, för tillämpningsområdet vindkraft i kallt klimat, nödvändig kunskapsbas för fortsatta framsteg främst inom forskning och utveckling i samverkan mellan akademi och näringsliv. Syftet har även varit att främja utveckling av tekniska lösningar som svarar mot de behovsområden som försvårar och fördröjer etableringen av vindkraft i kallt klimat.

[Mer om Vindkraft i kallt klimat](#)

Projekt i programmet Vindkraft i kallt klimat som avslutats under 2018

[Vindturbiner i kallt klimat: Strömningsmekanik, isbildning och terrängeffekter](#)

Kallt klimat påverkar expansion av vindkraft inom Barentsregionen. Projektets syfte är att öka kunskap om hur nedisning påverkar vindkraftverksbullen och hur ljudspridning påverkas av snö- eller isbildning på marken, terrängens beskaffenhet och temperaturvariationer. Huruvida akustiska mätningar kan användas för att detektera graden av nedisning undersöktes även i projektet. Lunds universitet, Johan Revstedt.

[Modellering av nedisning och produktionsförluster](#)

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), WeatherTech Scandinavian AB (WT) och Uppsala universitet använder vädermodeller som kommer preciseras med inriktning mot parametrering av molnfysik och turbulens. Projektets syfte är att optimera modellernas förmåga att beräkna nedisning och produktionsförlust hos vindkraftverk som arbetar under nedisningsförhållanden. Uppsala universitet, Anna Rutgersson.

2.4. Vindval

Vindval är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Naturvårdsverket med uppgiften att ta fram och förmedla vetenskapligt baserade fakta om vindkraftens effekter på människa, natur och miljö. Referensgruppen representerar användare av resultat från Vindval. Gruppens uppgift är att genomföra behovsanalyser, föreslå behovsbaserade satsningar och att närmare följa Vindvals projekt.

Vindval startade 2005 och är nu inne i sin fjärde etapp (Vindval IV) som pågår fram till 31 december 2021. Programmets effektmål är att forskningsresultaten ska bidra till en hållbar utbyggnad av vindkraften i Sverige och att miljöeffekter ska sättas i relation till andra verksamheters miljöpåverkan.

Forskningsutlysningarna 2018 riktade sig mot projekt inom [Vindkraft och planering](#), samt om [Renar och vindkraft](#).

Projekt inom programmet Vindval som avslutades under 2018

[Nordfladdermus och barbastell - hänsyn vid etablering och drift av vindkraftverk](#)

Projektet har undersökt hur nordfladdermus och barbastell påverkas av vindkraft och hur detta bör hanteras. Slutsatsen av studien är att den direkta effekten från vindkraft på de båda arterna antagligen är liten. Negativa effekter kan dock uppstå sekundärt genom att fladdermössens livsmiljö förstörs, exempelvis om tillfartsvägar öppnar tidigare intakta skogsområden för skogsbruk. Skogsbruket har avgörande betydelse för såväl barbastell i södra Sverige som nordfladdermus i norr. Rekommendationen från författarna är att naturvårdsinsatser bör koncentreras på att skydda skog med naturskogsliknande kvalitéer som utgör fladdermössens livsmiljö. Författare: Jens Rydell (Lunds universitet), Stefan Pettersson (Envioplanning AB) och Martin Green (Lunds universitet). Rapport nr 6827 (2018).

[Vindkraft och renar - en kunskapssammanställning](#)

I Sverige och Norge har det genomförts flera studier om vindkraft, ren och renskötsel. Resultaten från studierna skiljer sig delvis åt. I Vindvalrapporten *Vindkraft och renar - en kunskapssammanställning*, förklarar forskarna varför. Rapporten sammanfattar elva olika undersökningar som har studerat effekter av vindkraft och kraftledningar på renar. Författare: Olav Strand (NINA - Norsk institutt for naturforskning), Jonathan E. Colman (UiO - Universitetet i Oslo), Sindre Eftestøl (UiO), Per Sandström (SLU - Sveriges Lantbruksuniversitet), Anna Skarin (SLU) och Jørn Thomassen (NINA). Rapport nr 6799, (2018) från Vindval är en översättning av *Vindkraft og reinsdyr – en kunnskapssyntese* (först publicerad i NINA:s rapportserie).

[Populationsmodellering för örnar: mortalitetsfaktorers relativa betydelse samt möjlighet till kompensationsåtgärder](#)

Syftet med studien var att pröva förstå vilken påverkan en vindkraftsutbyggnad kan förväntas få på Sveriges örnpopulationer och hur denna påverkan kan kompenseras. Författare: Jan Olof Helldin (Calluna AB). [Länk till slutrapport på Callunas webbplats.](#)

[Capercaillie and Wind Energy – an international research project](#)

Målet är att bedöma risker kopplade till vindkraft för den i Centraleuropa hotade tjädern. Projektet har genomförts i samarbete med ett femårigt forskningsprogram som drivs av Forest Research Institute of Baden-Württemberg (Tyskland) och University of Natural Resources and Life Sciences (Österrike). Det svenska projektet har märkt och inventerat tjäder i områden i Sverige där vindkraft är aktuell och baseras på data från ett skogslandskap där tjädern inte är hotad. Det svenska projektets rapportering till Vindval har godkänts och rapport från projektet kommer att publiceras när det internationella forskningsprogrammet är avslutat. Projektet har beviljats fortsatt finansiering från Naturvårdsverket fram till 31 december 2019. Projektledare: Henrik Andrén (SLU Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala).

[Människors upplevelser av ljud från vindkraft i kuperad terräng relaterat till ljudmätning](#)

Projektmålet var att undersöka hur människor uppfattar vindkraftsljud kopplat till den ljudnivå som råder på en plats vid en specifik tidpunkt. Målet har inte kunnat uppnås, på grund av att alltför få av de tillfrågade anmälde intresse för att delta i studien. Delar i projektet omarbetas och kommer att ge underlag för vetenskapliga artiklar, men detta

ligger utanför uppdraget från Vindval. Projektrapporten kommer inte att publiceras som en Vindvalrapport. Projektledare: Anna Rutgersson (Uppsala universitet).

[Förklaringsmodeller för störning av vindkraftljud](#)

Projektmålet var att utreda faktorer som dominerar när man upplever störning av vindkraftljud. Målet har inte kunnat uppnås. Den del av studien som har kunnat genomföras utgörs av lyssningstest där man undersökt vilka ljudaspekter som dominerar upplevelsen och hur de inverkar på graden av störning. Den del av studien som rör icke-akustiska faktorer har inte kunnat genomföras. På grund av att projektet inte har slutförts i alla delar, har det inte varit möjligt att vikta resultaten i de olika delarna mot varandra. Projektrapporten kommer inte att publiceras som Vindvalrapport. Projektledare: Dag Glebe (RISE - Research Institutes of Sweden).

Pågående projekt inom Vindval som avslutas 2019

[Påverkansfaktorer för förekomst av insekter och fladdermöss på hög höjd](#)

Projektet avser att undersöka vilka faktorer som bidrar till hög förekomst av insekter och fladdermöss vid vindkraftverk. Förekomsten av dessa djur mäts med stor precision vid marken och vid navhöjd. Det omfattar även kartläggning av ett antal omvärldsfaktorer. Genom experiment med varierande ljusintensitet och färg mäts insektsattraktion. SLU - Sveriges Lantbruksuniversitet, Johnny de Jong.

[Insekters fördelning kring vindkraftverk och dess påverkan på insektsätande fladdermöss och fåglar](#)

Syftet är att studera insekters ansamling vid vindkraftverk under olika väderbetingelser och om insekternas förekomst attraherar födosökande fladdermöss samt fåglar, såsom nattskärre, tornseglare och svalor. Projektet bygger på ny teknik där laserbaserad remote sensingteknik registrerar insekter, en vertikal radar studerar insektsätande fåglars rörelser och genom GPS-loggerteknik följs häckande nattskärrors rörelser. Lunds universitet, Susanne Åkesson.

Projekt i programetappen Vindval IV som påbörjades 2018

[Verktyg för strategisk planering genom bedömning av vindkraftens kumulativa miljöeffekter](#)

Vid storskalig utbyggnad av vindkraft tas nya ytor i anspråk och lokalisering av nya anläggningar är beroende av landskapets fysiska och infrastrukturmässiga förutsättningar, samt hur det påverkar andra verksamheter, planer, närboende och naturmiljö. Syftet är att utveckla ett verktyg för att bedöma och jämföra den samlade miljöpåverkan på land och till havs för olika utbyggnadsscenarier nationellt, regionalt och ur ett landskapsperspektiv. Projektet avslutas 19 december 2020. Chalmers Tekniska Högskola, Sverker Molander.

[Påverkan och mildrande åtgärder för vindkraft inom renens vinterbete](#)

Idag saknas kunskap om hur vindkraftsanläggningar och mänskliga aktiviteter knuten till vindkraft påverkar ren, med vikt på beteende och undvikandereaktioner hos renar i vinterbetesområden. Målet är att samla kunskap om vilka åtgärder som kan mildra och minimera negativa effekter rörande synlighet, buller och mänsklig aktivitet. Projektet avslutas 31 december 2020. Universitetet i Oslo, Jonathan E. Colman.

[Renar och vindkraft på vinterbeteslandet](#)

En stor andel vindkraftsetableringar i Sverige förekommer inom renskötselområden, vilket ställer krav på kunskap om hur det påverkar renen och renskötelsen. Detta projekt avser därför att samla in och analysera ytterligare data för att utveckla och stärka de kunskaper som framkommit genom tidigare studier om vindkraft och renar. Projektet avslutas 31 december 2020. SLU Sveriges Lantbruksuniversitet, Anna Skarin.

[Hållbar landbaserad vindkraft – synergi, integration eller konflikt mellan riksintressen](#)

Projektet ska bidra till hållbar utbyggnad av landbaserad vindkraft genom att ta fram kunskapsunderlag, utveckla planeringsförutsättningar och möjliga scenarier i förhållande till andra riksintressen på lokal, regional och nationell skala. Genom analyser av olika faktorer sätts vindkraftsutbyggnad i relation till påverkan på och effekter av annan markanvändning, aktuella planeringsteman, miljömål, ekosystemtjänster och grön infrastruktur. Projektet avslutas 31 december 2021. SLU Sveriges Lantbruksuniversitet, Johan Svensson.

[Regional planering av vindkraft](#)

För att hitta bra platser för utbyggnad av vindkraft behöver regional planering utvecklas, vilket omfattar samordning av olika kunskapsunderlag, kompetenser och aktörer. Projektet avser, bland annat, att kartlägga vilka faktorer som ingått i vindbruksplaner och domslut relaterade till vindkraftsutbyggnad och hur dessa behandlats, samt vilka avvägningar mellan hållbarhetsmål som gjorts. Vidare kommer scenarier att skapas för olika identifierade förhållningssätt, för vilka en konsekvensanalys ska utföras i en utvald region genom GIS-baserad flermålsanalys. Projektet avslutas 31 december 2021. Kungliga Tekniska Högskolan, Ulla Mörtberg.

Forskningsrapporter utgivna under 2018

[Nordfladdermus och barbastell - hänsyn vid etablering och drift av vindkraftverk](#) (Jens Rydell, et al., 2018)

[Vindkraft och renar – en kunskapssammanställning](#) (Olav Strand, et al., 2018)

[Vindvals hemsida](#)

[Mer om Vindval etapp IV – ökade kunskaper om vindkraftens miljöpåverkan](#)

[Utläsningsrapport om forskningsmedel om vindkraftens påverkan på renar \(Vindval etapp IV\)](#)

[Mer om Vindvals forskningsprogram om vindkraftens miljöpåverkan 2005–2021](#)

2.5. RISE

RISE, Research Institutes of Sweden, är ett oberoende, statligt forskningsinstitut som driver och stödjer alla typer av företagsnära forskningsprojekt och innovationsprocesser för teknologier, produkter och tjänster inom många områden, varav vindkraft är ett. RISE har funnits som institut sedan 2016 och samverkar internationellt med företag, akademi och offentlig sektor för att bidra till ett konkurrenskraftigt näringsliv samt hållbart samhälle.

Forskning och innovation inom vindkraftsområdet har under flera år vuxit fram hos RISE. Det pågår en riktad satsning inom vindkraftsforskning som utökas i linje med den svenska statens mål om en 100 % förnybar elproduktion till år 2040.

Under 2018 har RISE utökat det europeiska forskningssamarbetet genom ett större engagemang i vindkraftsdelen för EERA, European Energy Research Alliance, och liknande forskningsnätverk i syfte att stärka Sveriges roll som kunskapscenter inom vindkraft.

Utpekade prioriteringsområden för de kommande åren är:

- Test och verifiering i kallt klimat samt teknik och material för avisning
- Havsbaserad vindkraft i svenska förhållanden
- Effektivare metoder för drift och underhåll för ökad teknisk livslängd, ytterligare kostnadsreduktioner och ökad hållbarhet
- Ökat bidrag/nyttogörande från vindkraft för elsystemets stabilitet
- Brandtekniska frågor och brandskydd för vindturbiner och elkraftutrustning

[RISE hemsida](#)

Aktuella projekt under 2018 hos RISE med relevans för vindkraft

[Flytande vindkraft till havs](#)

Företaget SeaTwirl strävar efter att bli ledande på marknaden inom marint vindbruk och dess patentskyddade vindkraftverk har redan fått mycket uppmärksamhet. För att utveckla en ny vindkraftsturbin samarbetar SeaTwirl med RISE och Chalmers för att beräkna hur konstruktionen påverkas av vinden. Turbinen S2, med en effekt på 1 megawatt, ska vara färdig att tas i bruk 2020. Kontaktperson: Gabriel Strängberg.

[Testcenter kallt klimat](#)

Under 2018 ledde RISE etableringen av ett nytt testcenter för vindkraft under isiga förhållanden. Testcentrets föreslagna placering är Uljabuouda i Arjeplog, 780 meter över havet, där tester av nya modeller av vindkraftverk ska utföras i autentisk kall klimatomgivning. Samarbetspartners är Skellefteå Kraft, Vindkraftscentrum, Vinnova, Swedish Wind Power Technology Centre (SWPTC), Vattenfall och Energy Research Centre of the Netherlands (ECN). Kontaktperson: Stefan Ivarsson.

[Design av kostnadseffektivt DC-baserat uppsamlingsnät för innanhavsvindkraftspark med seriekopplade högfrekvenstransformatorer](#)

Projektet baseras på ett samarbete mellan RISE och Chalmers och målet är att komma fram till vilken effekttäthet som kan uppnås vid olika frekvenser och utspänningar. Forskningsobjektet är en speciell vindparksconfiguration för innanhavsmiljö med mellanfrekvenstransformator, där fokus är högspänningsisolationen på medelhöga frekvensnivåer. Även termiska egenskaper undersöks för att säkerställa optimal drifttemperatur. Kontaktperson: Mohammad Kharezy.

[Offshore väst](#)

Projektet OffshoreVäst har som mål att bidra till utvecklingen av havsbaserad (offshore) industriverksamhet. Syftet är att bygga upp ett strategiskt samarbete mellan näringsliv, myndigheter, forskare och politiker, vilket ska skapa bättre förutsättningar för ett

utvecklingsbart innovationssystem inom offshore området. Med fokus på potentialen för medlemsföretagen inom havsbaserad vindkraft har ett antal förstudier genomförts efter svenska förhållanden. Kontaktperson: Tanja Tränkle.

[*Lasting concretes for energy infrastructure under severe operating conditions \(LORCENIS\)*](#)

Projektet LORCENIS avser att optimera betong som används inom energiinfrastruktur och ska tåla extrema miljöer. Som fundament för bland annat vindkraftverk krävs betong som kan utsättas för kallt klimat, mjukt vatten och andra påfrestningar. Kontaktperson: Urs Mueller.

[*Flexible Heat and Power \(FHP\)*](#)

Utmaningen med förnyelsebara energikällor, bland annat vindkraft, är att tillgången inte kan kontrolleras. Projektet FHP har som huvudsyfte att genom ökad flexibilitet för el-tillvärmelösningar styra ellaster till perioder med gott om förnybar el i relation till behovet, vilket kan öka andelen förnybar energi i elkraftsystemen. Kontaktperson: Markus Lindahl.

Nya projekt som påbörjats under 2018 och leds/koordineras av RISE

[*ReComp – Cirkulära strömmar från glasfiberkomposit*](#)

Finansierad av Vinnova kommer det här projektet att undersöka hur uttjänta glasfiberkompositerna från vind-, båt-, fordons- och byggnadsindustrin kan återvinnas genom solvolys/HTL process. Projektet startar 1 januari 2019 och sträcker sig över tre år. Kontaktperson: Cecilia Mattson.

[*Rekovid – Kemisk återvinning av glasfiberkomposit från vindturbinblad*](#)

Detta projekt finansieras av Energimyndigheten samt EnergiForsk och ska undersöka möjligheten att på kemisk väg (solvolys/HTL) återvinna beståndsdelar som glasfiber och kemiska byggblock i vindturbinblad. Tanken är att bidra till en cirkulär ekonomi där de återvunna materialerna kan få nya användningsområden (se kapitel VindEl 2.1, *Kemisk återvinning av glasfiberkomposit från vindturbinblad*). Projektstart 1 januari 2019. Kontaktperson: Cecilia Mattson.

2.6. SamspeL – Forskning och innovation för framtidens elnät

Programmet SamspeL drivs av Energimyndigheten och startades 2016 för att stödja forskning, utveckling och innovation inom elnätsområdet. SamspeL riktar sig till aktörer som bidrar till utvecklingen av ett flexibelt, resurseffektivt och robust elsystem, vilket omfattar samverkan inom ett helt förnybart elsystem – det sociotekniska systemet, dess aktörer och spelregler. Flera projekt med relevans för vindkraftsområdet finansieras med medel från SamspeL.

[Mer om forskningsprogrammet SamspeL](#)

Kopplat till SamspeL har Energimyndigheten ett stödprojekt i form av den interaktiva kunskapsportalen framtidenselsystem.se, som används för resultatspridning och kommunikation rörande forskning, utveckling och aktuella seminarier och utlysningar.

[Mer om framtidenselsystem.se](#)

Pågående projekt med vindkraftsrelevans i SamspeL-programmet 2018

[Nätstyrka indikatorer och utvärdering i kraftelektronik-dominerat elkraftsystem](#)

En ökad andel uppkopplade enheter använder idag kraftelektronik, bland annat vindkraft, vilket gör det problematiskt att äldre indikatorer ännu tillämpas för att bedöma kortslutningskapacitet och tröghetskonstanter. Projektet ska utvärdera nätstyrkan i ett elsystem med kraftelektronisk dominans genom att omvärdera existerande äldre indikatorer och föreslå nya. Chalmers Tekniska Högskola, Peiyuan Chen.

[Nytt prognosstöd för resurseffektiv drift av elnät](#)

Projektet ska utveckla prognosverktyg för elnätsbolag av olika storlek med vikt på noggrannhet, arbetstid och kostnader. Det innebär kunskaps-, metod- och prototyputveckling för att skapa förutsättningar att effektivt använda befintliga elresurser, att förutsäga energi- och effektbehov samt väderberoende elproduktion, däribland vindkraft. Expektra AB, Niclas Ehn.

[Kraftelektronikbaserade dc-transformatorer för havsbaserat mellanspännings DC-nät](#)

Ett nytt koncept för dc/dc omformare ska undersökas för uppsamling av vindenergi från havsplacerade vindkraftverk. Projektets övergripande mål är att utveckla dc/dc omformaren för att minska dess vikt och installationskostnad samt förbättra energiverkningsgraden. Chalmers Tekniska Högskolan, Torbjörn Thiringer.

[Regional och lokal integration av el- och värmesystem via energilagring](#)

Syftet är att studera hur integration av förnybar och variabel elproduktion med ett förändrat behov av el och värme kan optimeras genom fjärrvärmeproduktion och termiska energilagring. Det omfattar fallstudier med simuleringar och beräkningar av energibalans i bland annat sol- och vindkraftsproduktion. Uppsala universitet, Magnus Åberg.

[Minimering av spill vid stor andel vind- och solkraft i kraftsystem](#)

Om det inte finns möjlighet att lagra energiöverskott från förnybar kraftproduktion i batterier eller genom export blir det ett energispill. Det här projektets syfte är att ta fram metoder för att uppskatta när bortkoppling är nödvändigt och att genomförandet av denna minimerar energispillet men samtidigt upprätthåller kraftsystemstabiliteten. Kungliga Tekniska Högskolan, Lennart Söder.

[Ersättningströghet för ett kraftsystem dominerat av förnybara källor](#)

En syntetisk svängmassa som är kontinuerligt aktiv ska utvecklas och demonstreras genom detta projekt. Det innebär utveckling av ny hårdvara som kan leverera den svängmassa som motsvarar det man behöver i kraftsystemet. Uppsala universitet, Claes Urban Lundin.

[Effektiv reglering av effektbalansen i elsystem med stor andel förnybar produktion](#)

Projektet avser att göra regleringen av effektbalansen effektivare, först och främst genom att utveckla optimala handelsstrategier för reglermarknaden. Resultatet förväntas bidra till ökad konkurrenskraft när det gäller förnyelsebar elproduktion. Linnéuniversitetet, Magnus Perninge.

2.7. STandUP for Wind

Forskningscentrat STandUP for Wind är ett samarbete mellan Kungliga Tekniska högskolan KTH, Uppsala universitet, Luleå tekniska universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet SLU. Forskningen profileras mot projektering och etablering av vindenergi i Sverige, vilket ligger inom ramen för regeringens strategiska forskningsområde STandUP for Energy.

STandUP for Energy bildades 2009 efter beslut från regeringen att anslå medel till universitet och högskolor för utveckling av 24 forskningsområden vilka bedömdes som strategiskt viktiga. Ett av dessa områden var förnybar elproduktion i större skala och dess integration i elnätet. I forskningscentret STandUP for Wind samlas satsningar inom vindkraftsområdet, där målsättningen är att genom tvärvetenskapliga arbetsätt underlätta utvecklingen mot en större andel el från vindkraft i elnätet.

[Mer om STandUP for Wind](#)

Pågående forskningsprojekt 2018 inom följande områden:

Vindkartering och kallt klimat

NEWA - New European Wind Atlas. Uppsala universitet, Stefan Ivanell.

Meteorologiska effekter på vindresursberäkning över inlandhav – prognoser och klimatologi, Uppsala universitet, Erik Sahlée.

Förbättrade nedisningsprognoser genom bättre representation av lokala meteorologiska processer, SMHI och Uppsala universitet, Anna Rutgersson.

Ice detection via image analysis of blades, Luleå tekniska universitet, Lavan Kumpar Eppanapelli.

Probabilistic forecasts of icing on wind turbines, SMHI och Uppsala universitet, Anna Rutgersson.

Strömningsmekanik för vindturbiner i parker och skog

Wake physics and farm control. KTH och Uppsala universitet, Stefan Ivanell.

Vindforsk IV - Nordic Consortium; Optimization of large wind farms. Uppsala universitet och KTH, Stefan Ivanell.

Wakes and farm control in nordic conditions. Uppsala universitet, Karl Nilsson.

Wind conditions in Swedish forested landscapes. Uppsala universitet, Stefan Ivanell.

Wind Farm aerodynamics : Experiments and simulations to study the flow over wind farms, assess their power production over simple and complex terrains and how the power production can be enhanced through turbulence manipulation. KTH, Antonio Segalini.

Wind Farm Blockage: Experiments and simulations to calculate blockage losses in wind farms. KTH, Antonio Segalini och Vattenfall, Jan-Åke Dahlberg.

Theoretical description of the aerodynamics of wind turbines with simplified methods. KTH, Antonio Segalini.

Elsystem

System modelling for a 100% renewable power system. KTH, Lennart Söder.

Subsynchronous resonance in power systems wind wind power. KTH, Mehrdad Ghandhari.

Balancing methods for power systems with large amounts of wind and solar power. KTH, Mikael Amelin.

Evaluation methods of risk of capacity deficit in multi-area systems with large amounts of wind power. KTH, Lennart Söder.

Flex4RES, KTH, Lennart Söder.

Using wind power on lower voltage for voltage control on higher voltage. KTH, Lennart Söder.

Weekly planning of hydropower in systems with large volumes varying power generation. KTH, Mikael Amelin.

Efficient hydro power modelling in presence of volatile wind power. KTH, Lennart Söder.

Efficient handling of wind power curtailments. KTH, Lennart Söder.

New market design impact on hydro power operation in presence of large scale wind power. KTH, Lennart Söder.

Ljud

Improved modelling of sound propagation through the use of synthetic turbulence. Uppsala universitet och KTH, Johan Arnqvist.

Ljudoptimering runt vindkraftsparker. KTH och Uppsala universitet, Karl Bolin.

Vertikalaxlade vindkraftssystem

Generatorer och styrsystem

Dynamic rating with applications to renewable energy. KTH, Patrik Hilber.

Landskap och deltagande planering

Drift och underhåll

2.8. Svenskt vindkraftstekniskt centrum

Svenskt Vindkrafts Tekniskt Centrum SWPTC bildades 2010 i syfte att förstärka kompetensen inom vindkraftsteknik i Sverige och för att möta behoven från den snabbt växande globala vindkraftsindustrin. Målsättningen är att forskningen ska leda till en ökad livslängd hos vindkraftverkan med hjälp av bättre lastprediktering, optimal drift samt förebyggande underhåll och kostnadseffektiv elsystemintegration.

SWPTC leds av Chalmers tekniska högskola och drivs i samarbete med Luleå tekniska universitet, RISE, Lunds tekniska högskola samt företag inom vindkraftsindustrin.

Forskningen inom SWPTC inriktar sig först och främst på det enskilda vindkraftverket, då det är av största vikt att först förstå hur dess enskilda delar samverkar för att bli en optimal omvandlare av vindenergi till elektrisk energi. Dagens syn på att en grupp av vindkraftverk är att jämföra med en elproduktionsanläggning visar på vikten av att ha god kunskap om interaktionen mellan vindkraftverk i en vindkraftspark och hur dessa styrs och kopplas samman på bästa sätt för maximal elproduktion och bästa livslängd. Forskningen kommer att fokusera på större vindkraftverk och parker för placering i skogs- fjäll- och havsmiljö.

Ettapp 2 avslutades 2018 och ettapp 3, som startar i januari 2019, kommer att behandla följande forskningsområden: Bärande struktur, Elektrisk drivlina och likströmsnät, Livslängd och underhåll, Avisning och isdetektion, Skog/komplex terräng och reglering samt Nätjänster från vindkraftverk.

[SWPTC via Chalmers](#)

Under 2018 har följande SWPTC-projekt pågått:

[*ISEAWIND – Innovativa konstruktionslösningar för vindkraftsfundament till havs*](#)

[*Modellering av drivlinedynamik utifrån data från övervakningssystem*](#)

[*Optimalt underhåll av vindkraftverk*](#)

[*Vindkraft i skog – påverkan av skogsgläntor*](#)

[*Vindkraftverk med svåra driftsförhållanden*](#)

[*Ökad tillgänglighet på avisningsutrustning på blad till vindkraftverk*](#)

[*Chalmers vindkraftverk sätts i drift för forskning*](#)

[*Analysmetodik för utmattningsslaster i vindkraftverk*](#)

2.9. Sammanfattning

De olika forskningsprogrammen och forskningscentra som presenteras i den här sammanställningen ger en bild av vad som händer inom vindkraftsforskning i Sverige. Energimyndigheten är en huvudfinansiär för VindEL och Vindval, samt delfinansiär för Vindforsk IV.

Vindval är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Naturvårdsverket med inriktning på vindkraftens påverkan på människor, natur och miljö, med nya projekt inom storskalig planering och påverkan på ren. Vindforsk IV har haft en teknisk inriktning och finansierats av Energimyndigheten och vindkraftsindustrin genom Energiforsk.

SamspEL drivs av Energimyndigheten och stödjer forskning, utveckling och innovation inom elnätområdet med särskild vikt på ett helt förnybart elsystem, vilket även omfattar vindkraft.

Under 2018 har Energimyndigheten samlat sitt stöd till vindkraftsforskning inom programmen VindEL, Vindval och SamspeL. Härmed tas ett samlat grepp för fortsättning av tidigare programmen Vindforsk III-IV och Vindkraft i kallt klimat.

Sedan slutförandet av Vindforsk IV har Energiforsk etablerat programmet Vindforsk, ett industrinätverk som samlar och sprider kunskap samt underlättar forskningsprojekt där industri och akademi samarbetar.

Forskningscentrart STandUP for Wind är ett samarbete mellan Kungliga tekniska högskolan, Uppsala universitet, Luleå Tekniska universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet. Här samlas forskning om hur vinden genereras till hur den integreras i det svenska elsystemet med profilering på projektering och planering av vindkraft.

Svenskt vindkraftstekniskt centrum SWPTC drivs av Chalmers i samarbete med Luleå tekniska universitet. Här förstärks kompetensen inom vindkraftsteknik för att möta behoven hos den snabbt växande globala vindkraftsindustrin. Fokus ligger på utveckling av vindkraftverkens konstruktion som optimerar kostnaden för tillverkning och underhåll.

Från och med 2018 finns även forskningsinstitutet RISE med i denna sammanställning. Här har forskning och innovation inom vindkraftsområdet vuxit fram under flera år, främst med fokus på provning, test och certifieringstjänster.

Förutom ovanstående forskningsprogram och centra, finns även internationella samverkansprojekt för vindkraft. Ett exempel är [New European Wind Atlas](#) (se kapitel 2.7. STandUP for Wind) som är ett europeiskt samarbete inom vindkraftsforskning.

3. Publicerade vetenskapliga artiklar

I denna förteckning listas vetenskapliga artiklar sorterade efter vilka forskningsområden de omfattar. Här ingår även artiklar som blivit publicerade under eller i samband med konferenser. Minst en av författarna i varje publikation är verksam vid ett svenskt lärosäte.

Vissa av nedan länkar kräver inloggningsuppgifter i Scope. Vid varning att öppna länk, går det utan risk att öppna och läsa dokumentet.

3.1. Finansiering, elmarknad, kostnadsberäkning

[**The marginal system LCOE of variable renewables – Evaluating high penetration levels of wind and solar in Europe**](#)

Reichenberg, Lina, et al., Energy, vol. 152, s. 914-924, 2018

3.2. Vindresurser, energiberäkning

[**Evaluating anemometer drift: A statistical approach to correct biases in wind speed measurement**](#)

Azorin-Molina, Cesar, et al., Atmospheric Research, vol. 203, s. 175-188, 2018

[**From Lidar scans to roughness maps for wind resource modelling in forested areas**](#)

Floors, Rogier, et al., Wind Energy Science, vol. 3, nr. 1, s. 353-370, 2018

[**Monte Carlo methods to include the effect of asymmetrical uncertainty sources in wind farm yield assessment**](#)

Gleim, Alexander, et al., Wind Engineering, vol. 42, s. 624-632, 2018

[**Analysis of wind power intermittency based on historical wind power data**](#)

Guorui, Ren, et al., Energy, vol. 150, s. 482-492, 2018

[**Feasibility study about using a stand-alone wind power driven heat pump for space heating**](#)

Hailong, Li, et al., Applied Energy, vol. 228, s. 1486-1498, 2018

[**A wind-tunnel study of the wake development behind wind turbines over sinusoidal hills**](#)

Hyvärinen, Ann, et al., Wind Energy, vol. 21, s. 605-617, 2018

[**Micro-scale model comparison \(benchmark\) at the moderately complex forested site Ryningsnäs**](#)

Ivanell, Stefan, et al., Wind Energy Science, vol. 3, nr. 2, s. 929-946, 2018

[**Probabilistic forecasting of wind power production losses in cold climates: a case study**](#)

Molinder, Jennie, et al., Wind Energy Science, vol. 3, s. 667-680, 2018

[**ERA5: The new champion of wind power modelling?**](#)

Olauson, Jon, Renewable energy, vol. 126, s. 322-331, 2018

[Assessment of turbulence modelling in the wake of an actuator disk with a decaying turbulence inflow](#)

Olivares-Espinosa, Hugo, et al., Applied Sciences, vol. 8, nr. 9, doi: 10.3390/app8091530, 2018

[Wind farm power production assessment: a comparative analysis of two actuator disc methods and two analytical wake models](#)

Simisiroglou, Nikolaos, et al., Wind Energy Science, doi: 10.5194/wes-2018-8, 2018

3.2.1. Konferensbidrag

[Operational regions of a multi-kite AWE system](#)

Leuthold, Rachel, et al., 2018 European Control Conference, ECC 2018, IEEE, 2018, s. 52-57

[A Quantification of the Performance Loss of Power Averaging in Airborne Wind Energy Farms](#)

Malz, Elena, et al., 2018 European Control Conference, ECC, 2018, s. 58-63

[Kinetic energy estimation in the Nordic system](#)

Persson, Mattias; Chen, Peiyuan, Proceedings of the 20th Power Systems Computation Conference, PSCC'18, 2018

3.3. Teknisk utveckling, design och laster på vindkraftverk

[The analysis of turbulence intensity based on wind speed data in onshore wind farms](#)

Guorui, Ren, et al., Renewable Energy, vol. 123, s. 756-766,

[Performance and wake comparison of horizontal and vertical axis wind turbines under varying surface roughness conditions](#)

Mendoza, Victor, et al., Wind Energy, doi: 10.1002/we.2299

[Multiple vertical axis wind turbines with passive rectification to a common DC-link](#)

Rossander, Morgan, et al., Renewable energy, vol. 127, s. 1101-1110, 2018

[Stability analysis of newly developed polygonal cross-sections for lattice wind towers](#)

Sabău, Gabriel, et al., Wind Engineering, vol. 42, nr. 4, s. 353-363, 2018

[A comparative study of three onshore wind turbine foundation solutions](#)

Wael, Mohamed; Austrell, Per-Erik, Computers and Geotechnics, vol. 94, s. 46-57, 2018

[A new and reusable foundation solution for onshore windmills](#)

Wael, Mohamed, et al., Computers and Geotechnics, vol. 99, s. 14-30, 2018

3.3.1. Konferensbidrag

[CFD and control analysis of a smart hybrid vertical axis wind turbine](#)

Hosseini, Arian, American Society of Mechanical Engineers, Power Division, vol. 1, ASME 2018 Power Conference, POWER 2018

[Large-eddy simulation study of effects of clearing in forest on wind turbines](#)

Matsfelt, Johanna; Davidson, Lars, 6th Symposium on OpenFOAM in Wind Energy, Svensk Vindkraftstekniskt Centrum (SWPTC), 2018, doi:

https://research.chalmers.se/publication/507001/file/507001_Fulltext.pdf

[REDWIN - REDucing cost in offshore WIND by integrated structural and geotechnical design](#)

Skau, Kristoffer S, et al., Journal of Physics: Conference Series, vol. 1104, nr. 1, EERA DeepWind' 2018

3.4. Tillverkning, drift och underhåll

[Condition monitoring of wind turbine pitch controller: A maintenance approach](#)

Asier González-González, et al., Measurement, vol. 123, s. 80-93, 2018

[Analysis of SCADA data for early fault detection, with application to the maintenance management of wind turbines](#)

Bangalore, Pramod; Patriksson, Michael, Renewable Energy, vol. 115, s. 521-532, 2018

[Global metal flows in the renewable energy transition: Exploring the effects of substitutes, technological mix and development](#)

Månberger, André; Stenqvist, Björn, Energy Policy, vol. 119, s. 226-241, 2018

[Maintenance optimization of power systems with renewable energy sources integrated](#)

Shayesteh, Ebrahim, et al., Energy, vol. 149, s. 577-586, 2018

[Bayesian approach with subjective opinion fusions for wind turbine maintenance](#)

Uzunoğlu, Bahri, Journal of Physics, Conference Series, vol. 1037, nr. 6, doi: 10.1088/1742-6596/1037/6/062021, 2018

3.5. Elnät, elnätsintegrering, elkraft och system

[Optimization of short-term overproduction response of variable speed wind turbines](#)

Altin, Müfit, et al., IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 9, nr.4, s. 1732-1739, 2018

[Energy storage coupling in a high efficiency household scenario: A real life experimental application](#)

Falabretti, Davide, et al., Journal of Energy Storage, vol. 17, s. 496-506, 2018

[Validation of a coupled electrical and hydrodynamic simulation model for a vertical axis marine current energy converter](#)

Forslund, Johan, et al., Energies, vol. 11, 3067, doi: 10.3390/en11113067, 2018

[A comparison of variation management strategies for wind power integration in different electricity system contexts](#)

Göransson, Lisa; Johnsson, Filip, Wind Energy, vol. 21, nr. 10, s. 837-854, 2018

[**Economic and environmental costs of replacing nuclear fission with solar and wind energy in Sweden**](#)

Hong, Sanghyun, et al., Energy Policy, vol. 112, s. 56–66, 2018

[**Power and methanol production from biomass combined with solar and wind energy: analysis and comparison**](#)

Husni, Firmansyah, et al., Energy Procedia, vol. 145, s. 576-581, 2018

[**Tailoring large-scale electricity production from variable renewable energy sources to accommodate baseload generation in Europe**](#)

Reichenberg, Lina, et al., Renewable Energy, vol. 129, s. 334-346, 2018

[**A review of demand side flexibility potential in Northern Europe**](#)

Söder, Lennart, et al., Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 91, s. 645-664, 2018

[**11: Analysis of the future power systems's ability to enable sustainable energy— Using the case system of Smart Grid Gotland**](#)

Wallnerström, Carl J.; Bertling Tjernberg, Lina, Application of Smart Grid Technologies, s. 373-393, 2018

[**Economical flexibility options for integrating fluctuating wind energy in power systems: The case of China**](#)

Yi, Ding, et al., Applied Energy, vol. 228, s. 426-426.

[**Modeling the impacts of deep decarbonization in California and the Western US: Focus on the transportation and electricity sectors**](#)

Zakerinia, Saleh, et al., Limiting Global Warming to Well Below 2 °C: Energy System Modelling and Policy Development, s. 245-259, doi: 10.1007/978-3-319-74424-7_15, 2018

3.5.1. Konferensbidrag

[**System stability of a small island's network with different levels of wind power penetration**](#)

Favuzza, S., et al., 2018 IEEE 4th International Forum on Research and Technology for Society and Industry (RTSI), RTSI, 2018, doi: 10.1109/RTSI.2018.8548355

[**Hybrid auxiliary power supply system for offshore wind farm**](#)

Huang, Xing; Chen, Yao, Journal of Physics: Conference Series, vol. 1102, nr. 1, Global Wind Summit 2018, 2018

3.6. Planering och policy

[**Improving the flexibility of coal-fired power generators: Impact on the composition of a cost-optimal electricity system**](#)

Garðarsdóttir, Stefanía Ó., et al., Applied energy, vol. 209, s. 277-289, 2018

[**Between grassroots and treetops: Community power and institutional dependence in the renewable energy sector in Denmark, Sweden and the Netherlands**](#)

Kooji, Henk-Jan, et al., Energy Research & Social Science, vol. 37, s. 52-64, 2018

[Implementing wind power policy – Institutional frameworks and the beliefs of sovereigns](#)

Newell, David, Land Use Policy, vol. 72, s.16-26, 2018

[Uses of the word 'landskap' in Swedish municipalities' comprehensive plans: Does the European Landscape Convention require a modified understanding?](#)

Sandström, Ulf; Hedfors, Per, Land Use Policy, vol. 70, s. 52-62, 2018

3.7. Påverkan på djur

[Effect of an offshore wind farm on the viviparous eelpout: Biometrics, brood development and population studies in Lillgrund, Sweden](#)

Langhamer, Olivia, et al., Ecological Indicators, vol. 84, s. 1-6, 2018

[Out of sight of wind turbines—Reindeer response to wind farms in operation](#)

Skarin, Anna, et al., Ecology and Evolution, vol. 8, nr. 19, s. 9906-9919, 2018

3.8. Ljud, buller och vibrationer

[Impact of snow on sound propagating from wind turbines](#)

Conrady, Kristina, et al., Wind Energy, vol. 21, nr. 12, doi: 10.1002/we.2254, 2018

3.9. Riskbedömning, blixtskador

[On the estimation of the lightning incidence to offshore wind farms](#)

Marley, Becerra, et al., Electric Power Systems Research, vol. 157, s. 211-226, 2018

3.10. Sammanfattning av publicerade artiklar och konferensbidrag

Enligt sammanställningen i tabell 1 nedan har antalet vetenskapliga artiklar som publicerats inom vindkraftsforskning halverats under 2018 jämfört med 2017. Precis som under de tre senaste åren så är det framförallt artiklar inom *Vindresurser, energiberäkning* samt *Elnät, elnätsintegrering, elkraft och system* som dominerar.

En ny kategori har tillkommit för 2018, den är *Riskbedömning, blixtskador*. Titeln på kategorin *Påverkan på fåglar* har ändrats till *Påverkan på djur*, som 2018 omfattar ny forskning på hur vindkraft påverkar Ren respektive Tånglake (fisk).

Kategorierna *Finansiering, elmarknad* samt *Drift och underhåll* har utökats till *Finansiering, elmarknad, kostnadsberäkning* respektive *Tillverkning, drift och underhåll*. Även kategorin *Design och laster på vindkraftverk* har breddats till *Teknisk utveckling, design och laster på vindkraftverk*.

Det saknas publikationer inom *Resursstyrning av förnybara energikällor* och *Regional utveckling, samhällsnytta*, vilket även gäller *Acceptans* samt *Klimat- och miljöpåverkan*.

Tabell 1. Antalet vetenskapliga artiklar publicerade under 2018 i jämförelse med de tre föregående åren.

Ämnesområde	2015	2016	2017	2018
Finansiering, elmarknad, kostnadsberäkning	5	4	10	1
Vindresurser, energiberäkning	5	5	28	14
Teknisk utveckling, design och laster på vindkraftverk	4	9	8	9
Tillverkning, drift och underhåll	4	11	16	5
Elnät, elnätsintegrering, elkraft och system	7	14	27	13
Resursstyrning av förnybara energikällor	2	-	6	-
Planering och policy	2	3	9	4
Regional utveckling, samhällsnytta	5	4	5	-
Acceptans	1	1	-	-
Påverkan på djur	1	-	2	2
Klimat- och miljöpåverkan	3	3	1	-
Ljud, buller och vibrationer	1	-	2	1
Riskbedömning, blixtskador	-	-	-	1
Övriga	-	7	8	-
Reviews	2	3	1	-
Totalt	42	64	123	50

Sammanställningen baseras på denna rapport samt *Ny och pågående vindkraftsforskning 2015, 2016 och 2017*.

4. Akademiska avhandlingar och uppsatser

4.1. Doktorsavhandlingar

[Wind turbine drive train system dynamics: multibody dynamic modelling and global sensitivity analysis](#)

Asadi, Saeed, Chalmers tekniska högskola, Mekanik och maritima vetenskaper, Dynamik, 2018

[Subsynchronous resonance in doubly fed induction generator based wind farms](#)

Chernet, Selam, Chalmers tekniska högskola, Elnät och komponenter, 2018

[Energilandskap i förändring: Inramningar av kontroversiella lokaliseringar på norra Gotland](#)

Edberg, Karin, Södertörns högskola, Institutionen för samhällsvetenskaper, Sociologi; Södertörns högskola, Centrum för Östersjö- och Östeuropaforskning (CBEES), 2018

[Design of rare earth free permanent magnet generators](#)

Eklund, Peter, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Elektricitetslära, 2018

[Adapting sonar systems for monitoring ocean energy technologies](#)

Francisco, Francisco, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Elektricitetslära, 2018

[Expansion governance of the integrated North Seas offshore grid](#)

Gorenstein Dedecca, João, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap (EECS), 2018

[From condition monitoring to maintenance management in electric power system Generation with focus on Wind Turbines](#)

Mazidi, Peyman, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap (EECS), Elkraftteknik, 2018

[Aerodynamic studies of vertical axis wind turbines using the Actuator Line model](#)

Mendoza, Victor, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Elektricitetslära, 2018

[Wind power wake modelling: Development and application of an actuator disc method for industrial utilization](#)

Simisiroglou, Nikolaos, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten och landskapslära, 2018

[Mesoscale processes over the Baltic Sea](#)

Svensson, Nina, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten och landskapslära, 2018

[Impact of icing on wind turbines aerodynamic](#)

Tabatabaei, Narges, Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Strömningslära och experimentell mekanik, 2018

[Convex optimal power flow based on second-order cone programming: Models, algorithms and applications](#)

Yuan, Zhao, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap (EECS), Elkraftteknik, 2018

4.2. Licentiatavhandlingar

[Wind turbines over a hilly terrain: performance and wake evolution](#)

Hyvärinen, Ann, University, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för teknikvetenskap (SCI), Mekanik, Strömningsfysik, 2018

[Dynamic rating of power lines and transformers for wind energy integration](#)

Morozovska, Kateryna, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap (EECS), Elektroteknisk teori och konstruktion, 2018

[High-performance finite element methods: with application to simulation of diffusion MRI and vertical axis wind turbines](#)

Nguyen, Van-Dang, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap (EECS), Beräkningsvetenskap och beräkningsteknik (CST), 2018

[Condition monitoring of wind turbine drivetrains using wavelet analysis](#)

Strömbergsson, Daniel, Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Maskinelement, 2018

4.3. Masteruppsatser

[Kapacitetsutnyttjande för Power-to-Heat i svenska fjärrvärmesystem: En studie med befintliga anläggningar i framtida energisystem](#)

Bolander, Dan-Axel, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Fasta tillståndets fysik, 2018

[CFD modeling of a neutral atmospheric boundary layer over complex terrain](#)

Brekason, Kári, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper, Strömningslära, 2018

[Gotland as a microgrid - Energy storage systems frequency response in grids with high level of renewable energy penetration](#)

Daraiseh, Firas, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Elektricitetslära, 2018

[Joining solution for a wooden wind turbine tower](#)

Ekblad, Oskar; Strömblad, Oskar, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för industri- och materialvetenskap, Produktutveckling, 2018

[Development of an electricity spot market model based on aggregated supply and demand functions for future solar and wind power deployment](#)

Fachrizal, Reza Fachrizal, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, 2018

[Can Mexico meet the renewable energy targets under the emission trading scheme?: An analysis of the Mexican electricity framework](#)

Govea Buendia, Jose Agustin, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management (ITM), Energiteknik, 2018

[Partially parabolic wind turbine flow modelling](#)

Haglund El Gaidi, Sebastian, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för teknikvetenskap (SCI), Mekanik, 2018

[Analyzing the simplified model of the DFIG wind turbine under short circuit faults](#)

Heidarzad Pahlaviani, Kasra, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för elektroteknik, Elkraftteknik, Strömningslära, 2018

[The effect of soil-structure interaction on the behaviour of onshore wind turbines with a gravity-based foundation](#)

Isaksson, Jonathan; Tenenbaum, David, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, 2018

[Concept study and design of floating offshore wind turbine support structure](#)

Johannessen, Markus, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för teknikvetenskap (SCI), Farkost och flyg, Marina system, 2018

[Integrering av Savonius-vindturbiner och solpaneler](#)

Kihlberg, Kristofer, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, 2018

[Landscape effect of wind turbines on farmland and forest birds in Sweden](#)

Kost, Carsten, Lunds universitet, Biologiska institutionen, 2018

[Validation of a vortex panel method for aerodynamics and aero-elasticity of wind turbine](#)

Thibierge, Antoine, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management (ITM), Energiteknik, Kraft- och värmeteknologi, 2018

[Reactive power management capabilities of Swedish sub-transmission and medium voltage level grid. Öland's case](#)

Tomaszewski, Michal, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap (EECS), 2018

[Geotechnical considerations of shallow wind turbine foundations on onshore locations in Sweden - An evaluation of the conventional method](#)

Tunander, Elin; Jonsson, Erik, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, 2018

[Investigating the energy demand and supply of a residential neighborhood in Malmö](#)

Wang, Tianqi, Lunds universitet, Institutionen för arkitektur och byggd miljö, 2018

[Comparison between active and passive rectification for different types of permanent magnet synchronous machines](#)

Örnkloo, Johannes, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Elektricitetslära, 2018

4.4. Magisteruppsatser

[Business development: Market research & feasibility study of a PV-wind hybrid system for commercial use](#)

Abuzohri, Ahmed, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Industriell teknik, 2018

[Detection and removal of wind turbine ice: Method review and a CFD simulation test](#)

Bravo Jimenez, Ismael, Högskolan i Gävle, Akademin för teknik och miljö, Avdelningen för bygg- energi- och miljöteknik, 2018

[Design of an off-grid renewable-energy hybrid system for a grocery store: a case study in Malmö, Sweden](#)

Ghadirinejad, Nickyar, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, 2018

[The impact of wind energy development on Swedish elspot day-ahead prices](#)

Kasimoglu, Ata, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Vindenergi, 2018

[Multi-actor multi-criteria decision analysis of wind power community benefit schemes](#)

Leach, Christopher, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Vindenergi, 2018

[Community benefit funds and wind power: A Scottish case study](#)

Mathers, Adam, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Vindenergi, 2018

[Wind resource assessment for posibel wind farm development in Dekemhare and Assab, Eritrea](#)

Negash, Teklebrhan, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, 2018

[Wind turbine foundations in clay: Technical and economic considerations for proposals for wind turbine foundations](#)

Papagiannis, Michail, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Vindenergi, 2018

[Comparison between wind turbines in forestall and flat areas of Sweden](#)

Rathinasamy, Sethupathy, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, 2018

[A simulated comparison of linear and rans based CFD modeling in regard to critical slope](#)

Robinson, Jeffrey, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Vindenergi, 2018

[Analysis of hybrid offshore floating wind and marine power](#)

Sai Varun, Kollappillai Murugan, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, 2018

[A GIS-based multicriteria decision analysis approach on wind power development: The case study of Nova Scotia, Canada](#)

Senteles, Athanasios, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Vindenergi, 2018

[Wake induced power deficit analysis on wind turbines in forested moderately complex terrain using Scada Data](#)

Öztürk, Esma, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Vindenergi, 2018

4.5. Kandidatuppsatser

[Energiomställning Gotland: Alternativ för att nå ett förnybart energisystem](#)

Ahlvin, Martin; Arrigata, Yasmine; Bauman, Elise; Berglund, Hanna; Magnusson, Clara och Wiklund, Sofia, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, 2018

[Lageranordning för havsbaserad vertikalt vindkraftverk](#)

Doneski, Darko; William, Alaa, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för industri- och materialvetenskap, Produktutveckling, 2018

[Konstruktion av T-fog för vertikalaxlat vindkraftverk](#)

Götvall, Anders; Hällgren, Jacob, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för industri- och materialvetenskap, Konstruktionsmaterial, 2018

[Finns det något tak?: - Om ökad användning av urbana tak i Uppsala](#)

Nordwall, Anders, Uppsala universitet, Kulturgeografiska institutionen, 2018

[Är småskalig vindkraft lönsam för villor i Sverige?](#)

Putkonen, Markus, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Systemteknik, 2018

[Får positiva attityder till vindkraft snurr på etableringen av nya vindkraftverk?: En kvantitativ analys av attityder till vindkraft](#)

Walan, Jonas, Uppsala universitet, Nationalekonomiska institutionen, 2018

[Vindkraftens utvecklingsmöjligheter: En studie om samverkan och tekniksprång](#)

Wansulin, Linnéa, Umeå universitet, Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten, Institutionen för tillämpad fysik och elektronik, 2018

[Comparison of different machine learning models for wind turbine power predictions](#)

Werngren, Simon, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Systemteknik, 2018

4.6. Sammanfattning av akademiska avhandlingar och uppsatser

I tabell 2 nedan redovisas antalet akademiska avhandlingar och uppsatser under åren 2015–2018. Doktors- och licentiatavhandlingar håller i stort sett samma antal som tidigare år. Antalet uppsatser på master- och kandidatnivå har gått ned sedan 2017, medan magisteruppsatserna ligger på relativt samma antal som de senaste tre åren.

Här kan nämnas att omfattningen på masteruppsatser motsvarar minst 30 högskolepoäng och magisteruppsatser 15 högskolepoäng (efter erhållen kandidatexamen).

Tabell 2. Antal doktorsavhandlingar, licentiatavhandlingar och uppsatser 2015–2018.

Nivå	2015	2016	2017	2018
Doktorsavhandlingar	11	13	12	12
Licentiatavhandlingar	3	4	3	4
Masteruppsatser	17	22	46	17
Magisteruppsatser	16	11	16	13
Kandidatuppsatser	10	10	17	8
Totalt	57	60	94	54

Sammanställningen baseras på denna rapport samt *Ny och pågående vindkraftsforskning i Sverige 2015, 2016 och 2017*.