

Ny och pågående vindkraftsforskning i Sverige 2019

En sammanställning av svenska forskningsprogram och
publikationer inom vindkraftsområdet



UPPSALA
UNIVERSITET

NÄTVERKET FÖR VINDBRUK

Mars 2020

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: Vindkraftverk på Näsudden i tidig vår, sydvästra Gotland.

Foto: Ulrika Ridbäck

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

Publikationerna finns tillgängliga för nerladdning via www.natverketforvindbruk.se och www.diva-portal.org

Innehåll

1. Inledning	4
2. Forskningsprogram, forskningsinstitut och forskningscentra	5
2.1. VindEL	5
2.2. Vindval	6
2.3. SamspeL – Forskning och innovation för framtidens elnät	8
2.4. Svenskt vindkraftstekniskt centrum	10
2.5. RISE	11
2.6. STandUP for Wind	13
2.7. Sammanfattning	15
3. Publicerade vetenskapliga artiklar	17
3.1. Finansiering, elmarknad, kostnadsberäkning	17
3.2. Vindresurser, energiberäkning	17
3.3. Teknisk utveckling, design och laster på vindkraftverk	18
3.3.1. Konferensbidrag	18
3.4. Tillverkning, drift och underhåll	19
3.5. Elnät, elnätsintegrering, elkraft och system	19
3.5.1. Konferensbidrag	19
3.6. Resursstyrning av förnybara energikällor/system	20
3.7. Planering och policy	20
3.8. Sammanfattning av publicerade artiklar och konferensbidrag	21
4. Akademiska avhandlingar och uppsatser	22
4.1. Doktorsavhandlingar	22
4.2. Licentiatavhandlingar	23
4.3. Masteruppsatser	24
4.4. Magisteruppsatser	27
4.5. Kandidatuppsatser	28
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 och i Digitala vetenskapliga arkivet kallad DiVA-portalen. Syftet är att intresserade ska få en lättillgänglig överblick av vad som årligen sker inom vindkraftsforskningen. Denna rapport utgör den åttonde upplagan i serien.

Sammanställningen är indelad i två avsnitt. Den första delen innehåller en presentation av de forskningsprogram och forskningscentra som är verksamma inom vindkraftsforskning i Sverige. Forskningsprogrammen fördelar medel till forskningsprojekt och i de olika forskningscentras utförs de aktuella forskningsprojekten.

Den andra delen innehåller en ämnesindelad förteckning av den forskning om vindkraft som publicerats under 2019. 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. Äldre årgångar av *Ny och pågående vindkraftsforskning i Sverige* finns publicerade på [Nätverket för vindbruks hemsida](#) och i [DiVA](#) – portalen (Digitala vetenskapliga arkivet). Där är även de engelska versionerna av utgåvorna tillgängliga.

2. Forskningsprogram, forskningsinstitut 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 2019 vid olika forskningsprogram, vilka är de som beviljar medel till forskningsprojekt, samt de centra som samlar och bedriver forskningen.

2.1. VindEL

VindEL är Energimyndighetens program för forskning och innovation inom vindkraft. Programmets mål är att under åren 2017–2024 bidra till omställningen mot ett hållbart och förnybart energisystem. Beslut att förlänga programperioden med tre år togs våren 2019 och nytt slutdatum blev 2024 istället för 2021. De projekt som söker stöd ska bidra till något av Energimyndighetens utvalda effektmål: Att vindkraften utgör en betydelsefull del av den svenska elförsörjningen; Vindkraften bidrar med klimatnytta, näringslivsutveckling och stabilitet i elsystemet; Drift och utbyggnad av vindkraft sker med hänsyn tagen till social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet.

Under programperioden 2017–2024 ämnar Energimyndigheten hålla en utlysning per år. Programmets tredje utlysning kom i april 2019 där följande behovsområden var utpekade i Energimyndighetens vindkraftstrategi:

- Resurseffektiv vindkraft i svenska förhållanden
- Vindkraftens plats i samhället och miljön
- Integration i elsystemet
- Kunskapsspridning och kompetens
- Näringslivsutveckling

Nästa utlysning inom VindEL blir i mars 2020. Länkarna nedan ger mer information om VindEL-programmet, utlysningar och beviljade projekt för åren 2017 och 2018.

- ▶ [Om VindEL-programmet](#)
- ▶ [Om Energimyndighetens strategi för vindkraft](#)
- ▶ [Första utlysningen inom VindEL 2017](#)
- ▶ [Beviljade projekt inom VindEL 2017](#)
- ▶ [Andra utlysningen inom VindEL 2018](#)
- ▶ [Beviljade projekt inom VindEL 2018](#)
- ▶ [Tredje utlysningen inom VindEL 2019](#)

Beviljade projekt i VindEL-programmets utlysning 2019

[Hundra procent förnybart – hur många procent hållbart?](#)

Projektet ska undersöka hur omställningen till ett 100 procent förnybart elsystem kan genomföras hållbart och resurseffektivt samtidigt som försörjningstrygghet samt konkurrenskraft säkras. Olika framtagna scenarier kommer analyseras utifrån miljömässig, ekonomisk och social hållbarhet. En kvalitativ hållbarhetsanalys tillämpas inledningsvis för att definiera kritiska hållbarhetsmål och målkonflikter mellan dessa ska identifieras. Projektid 2020-01-01 – 2023-12-31. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Jenny Gode.

[Resurseffektiva elkraftskomponenter för vindkraft, med dynamic rating och vindprognoser](#)

Projektet studerar nya metoder för optimala val av elkraftskomponenter när vindkraftsparker ska anslutas. För en resurseffektiv vindintegration kombineras kunskap om vindförutsättningar, dynamic rating och specifik design av elkraftskomponenter. Projektetid 2020-01-01–2023-12-31. Kungliga tekniska högskolan, Patrik Hilber.

[Ökat nätutnyttjande med kombinerade sol- och vindkraftsparker](#)

Sveriges mest resurseffektiva platser för kombinerade sol- och vindkraftsparker ska kartläggas i detta projekt, samt hur utnyttjandegrad och förlängning i ekonomin kan förbättras vid förläggning av solcellspark bredvid en vindkraftspark. Studien ska även bidra med kunskap om hur elnätet med komponenter påverkas av kombinerade sol- och vindkraftsparker. Projektetid 2020-01-01–2023-12-31. Uppsala universitet, David Lingfors.

2.2. Vindval

Forskningsprogrammet Vindval är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Naturvårdsverket med uppdrag att ta fram och förmedla vetenskapligt baserad fakta om vindkraftens effekter på människa, natur och miljö. En referensgrupp 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 har haft tre etapper fram till 2018. Den fjärde etappen *Vindval IV* utlystes 2018 och 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. De projekt som nu pågår beviljades medel genom den senaste forskningsutlysningen 2018, som riktade sig mot projekt inom [Vindkraft och planering](#), samt [Renar och vindkraft](#).

Projekt inom programmet Vindval som avslutades under 2019

[Insekters fördelning runt 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 nattskärar, tornseglare och svalor. Projektet bygger på ny teknik där laserbaserad *remote sensing*-teknik registrerar insekter, vertikal radar studerar insektsätande fåglars rörelser och med GPS-loggteknik följs nattskärars rörelser. Lunds universitet, Susanne Åkesson.

[Marin MedVind – underlag för storskalig hållbar vindkraft till havs](#)

Projektet ämnar ta fram ett nytt planeringsunderlag för hållbar havsbaserad vindkraft i Östersjön. Första projektdelen beviljades finansiering till 31 december 2019 för att ta fram en översikt över EU- och nationell lagstiftning med vikt på miljöpåverkan av havsbaserad vindkraft. Det omfattar att utarbeta kriterier för att möta dessa lagkrav samt kvantifiera art- och habitatpåverkan. Intressanta områden för ny vindkraft till havs skulle även identifieras genom en kriterielista framtagen i dialog med branschen. Aquabiota Water Research, Martin Isaeus.

Pågående projekt inom Vindval som avslutas 2020

[VindKör-WindChoir – verktyg för strategisk planering genom bedömning av vindkraftens kumulativa miljöeffekter](#)

Vid storskalig vindkraftsutbyggnad tas nya ytor i anspråk och lokalisering av nya anläggningar är beroende av landskapets förutsättningar vad gäller form och infrastruktur samt hur andra verksamheter, planer, närboende och naturmiljö påverkas. Projektet ska 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 renskötseln. 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.

[Hur påverkas tjäderns beteende av vindkraftsanläggningar - en internationell jämförelse](#)

Projektet är ett internationellt samarbete med tyska Forest Research Institute of Baden-Württemberg samt University of Natural Resources and Life Sciences i Österrike och ska bedöma risker med vindkraft för den i Centraleuropa hotade tjädern. I Sverige ska tjäder märkas och inventeras i sammanhängande skogslandskap där vindkraft är aktuell. Studien i Sverige avslutas 31 december 2020. SLU Sveriges Lantbruksuniversitet, Henrik Andrén.

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

Pågående projekt inom Vindval som avslutas 2021

[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. Projektet avslutas 31 december 2021. SLU Sveriges Lantbruksuniversitet, Johan Svensson.

[REWIND – Regional planering av vindkraft](#)

För att hitta bra platser för vindkraftsutbyggnad behöver regional planering utvecklas. Projektet kommer ta fram förslag till hur en regional vindkraftsplanering kan utformas för att vara ett bra stöd för den kommunala planeringen, stärka förankring och en hållbar regional tillväxt. Projektet avslutas 31 december 2021. Kungliga tekniska högskolan, Ulla Mörtberg.

Forskningsrapporter utgivna under 2019

[Aktivitet av fladdermöss och insekter vid ett vindkraftverk](#) (Johnny De Jong et al. 2019).

Rapporten presenterar resultat av forskning på bakomliggande faktorer till kollision mellan fladdermöss och vindkraftverkets rotorblad.

Nedan finns länkar för mer information om Vindvals forskningsprogram, pågående forskningsprojekt och tidigare utgivna rapporter.

- ▶ [Vindvals hemsida](#) ▶ [Vindvals forskningsprogram 2005–2021](#) (pdf)
- ▶ [Vindval IV – ökade kunskaper om vindkraftens miljöpåverkan](#)

2.3. SamspeL – Forskning och innovation för framtidens elnät

Programmet SamspeL drivs av Energimyndigheten sedan 2016 och stödjer forskning, utveckling och innovation inom elnätsområdet. SamspeL riktar sig till aktörer som vill bidra till utvecklingen av ett flexibelt, resurseffektivt och robust elsystem som omfattar samverkan inom ett helt förnybart elsystem – det sociotekniska systemet, dess aktörer och spelregler. Flera vindkraftsrelaterade projekt finansieras med medel från SamspeL. Senaste utlysningen kom i april 2019 och omfattade även programmen El från solen och Vindel.

- ▶ [Forskningsprogrammet SamspeL](#) ▶ [Utlysning för El från solen, Vindel, SamspeL 2019](#)

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

- ▶ [Framtidenssystem.se](#)

Beviljade projekt 2019 med vindkraftsrelevans i SamspeL-programmet

[Systemintegrering för ökad förnybar elproduktion: organisatoriska möjligheter och hinder](#)

Projektet ska bidra med kunskap om energiföretagens förutsättningar att öka andelen förnybar elproduktion genom balansering av elsystemet med systemintegrering. RISE Research Institutes of Sweden, Niklas Fernqvist.

Projekt som påbörjades 2019 med vindkraftsrelevans i SamspeL

[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.

[Modellering och utvärdering av designer för intradagmarknaden](#)

Projektet utvärderar olika utformningar av intradagauctioner genom användning av teoretiska modeller. Det inbegriper analyser av hur elsystemet, variabel vindkrafts-

produktion och generatorers ramphastigheter påverkar handeln, samt hur handlares virtuella bud på dagen-före- och intradagmarknaden kan förändra bland annat effektivitet, likviditet och prisvolatilitet. Kungliga tekniska högskolan, Mohammad Reza Hesamzadeh.

[Prestandautvärdering av säkra, skalbara och förnybara organiska energilagringssystem](#)

Syftet med projektet är att grunda en ny typ av säkra, energieffektiva och hållbara energilagringssystem för att lokalt lagra och producera el. Genom avancerad nanoteknik och organisk kemi ska industriellt uppskalningsbara prototyper utvecklas baserat på organiskt material, vattenelektrolyter och nanostrukturerade elektroder. Uppsala universitet, Martin Sjödin.

Projekt som pågår till 2020 med vindkraftsrelevans i SamspeL

[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 mellanspannings 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 högskola, Torbjörn Thiringer.

[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.

[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.

Avslutade projekt 2019 med vindkraftsrelevans i SamspeL

[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 energilager. Det omfattar fallstudier med simuleringar och beräkningar av energibalans i bland annat sol- och vindkraftsproduktion. Uppsala universitet, Magnus Åberg.

[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.

2.4. Svenskt vindkraftstekniskt centrum

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

SWPTC bildades 2010 i syfte att förstärka kompetensen inom vindkraftsteknik i Sverige och för att möta behoven från den snabbt växande globala vindkraftsindustrin. Målet med forskningen är att öka livslängden hos vindkraftverk genom bättre prediktering av laster, optimal drift, förebyggande underhåll och kostnadseffektiv elsystemintegration.

Forskningsprojekten inriktar sig främst på det enskilda vindkraftverket för att först förstå hur dess enskilda delar samverkar för att optimalt omvandla vinden till elektrisk energi. Eftersom en grupp av vindkraftverk idag kan jämföras med en elproduktionsanläggning visar det betydelsen av god kunskap om interaktion mellan vindkraftverk och hur dessa styrs samt kopplas samman på bästa sätt för maximal elproduktion och livslängd.

Fokus ligger på större vindkraftverk och parker för placering i skogs- fjäll- och havsmiljö. Ett antal områden har identifierats som viktiga för forskningsutvecklingen inom vindkraft och etapp 3 som startade i januari 2019 behandlar följande forskningsområden: Bärande struktur, Elektrisk drivlina och likströmsnät, Livslängd och underhåll, Avisning och isdetektion, Skog/komplex terräng och reglering samt Nätjänster från vindkraftverk.

► [SWPTC webbsida hos Chalmers](#)

Pågående forskningsprojekt under 2019 hos SWPTC:

[Site-specifika analysmetoder för att förutsäga och öka livstiden för vindturbiner](#)

Projektet undersöker hur driften av en vindturbin påverkas av omgivande terräng samt hur turbinkomponenternas livslängd påverkas av dess geografiska placering. Målet är att ta fram ett verktyg för att beskriva varje turbins aktuella tillstånd i en park och utvärdera olika beslut. En optimal underhållstrategi ska även tas fram per turbin.

[Metoder och material för hållbara och kostnadseffektiva torn och fundament](#)

Detta projekt ska ge mer kunskap om vindkraftverks stödjande struktur för att minska miljöpåverkan och öka strukturell hållbarhet. Ett generiskt verktyg ska tas fram för fundament med hänsyn till hållbarhet, byggbarhet och nedbrytning. Metoden för att kontrollera förspänning i tornbultar kommer även vidareutvecklas.

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 utökades 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.

2019 har RISE arbetat vidare med sin vindkraftrelaterade forskning inom utpekade prioriteringsområden. För de närmast kommande åren är det följande områden:

- 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 vindkraftverk och elkraftutrustning

► [RISE hemsida](#)

Nya projekt som påbörjats 2019 under ledning/koordinering 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 sträcker sig över tre år med avslut 31 december 2021. Kontaktperson: Cecilia Mattson.

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

Projektet 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. Projektet pågår fram till 30 juni 2020 med finansiering från Energimyndigheten och EnergiForsk. Kontaktperson: Cecilia Mattson.

[Aktiv Nätoptimering Möjliggör sol-och-vind för alla](#)

Projektet avser att demonstrera hur integrering av förnybar produktion i distributionsnäten kan ökas effektivt genom innovativa lösningar med aktiv styrning av elnäten (ANM) och hur det kan möjliggöras även när nätets teoretiska designgränser har nåtts. Projektet innefattar tre olika delmoment och demonstration av resultat kommer ske i Sverige och Ungern. Kontaktperson: Emil Hillberg.

Pågående projekt 2019 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 ett nytt vindkraftverk 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](#)

Testcentret för vindkraft under isiga förhållanden etablerades 2019 på fjället Uljabuouda i Arjeplog, 780 meter över havet. RISE ledde etableringen för centret där nya modeller av vindkraftverk ska testas i autentisk kall klimatmiljö. 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 högfrekvenstransformatörer](#)

Projektets mål är att komma fram till vilken effekttäthet som kan uppnås vid olika frekvenser och utspänningar. Forskningsobjektet är en speciell vindparkskonfiguration för innanhavsmiljö med mellanfrekvenstransformator, där fokus är isolation av högspänning på medelhöga frekvensnivåer. Projektet baseras på ett samarbete mellan RISE och Chalmers. Slutdatum är 31 oktober 2020. Kontaktperson: Mohammad Kharezy.

[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. Projektet har finansiering till 1 april 2020. Kontaktperson: Urs Mueller.

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

Utmaningen med förnyelsebara energikällor, däribland 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. Projektet avslutades 31 oktober 2019. Kontaktperson: Markus Lindahl.

Nya projekt med start 2020 under ledning/koordinering av RISE

[Systemintegrering för ökad förnybar elproduktion: organisatoriska möjligheter och hinder](#)

Projektmålet är att bidra med kunskap om energiföretagens förutsättningar att öka andelen förnybar elproduktion genom att balansera elsystemet med systemintegrering. Möjligheter och hinder för systemintegrering ska identifieras genom studier av företagen och hur de samverkar. Kontaktperson: Niklas Fernqvist.

2.6. 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 vindkraft 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.

▶ [STandUP for Wind](#)

▶ [Pågående forskningsprojekt 2019](#)

Översikt till pågående projekt 2019 inom StandUp for Wind forskningsområden:

Vindkartering och kallt klimat

- Meteorological effects on wind resource calculations over an enclosed sea - forecasting and climatology. Uppsala universitets, Erik Sahlée m. fl.

Strömningsmekanik för vindturbiner i parker och skog

- Boundary layer over wind farms. Kungliga tekniska högskolan, Antonio Segalini.
- Interaction between wind turbines investigated by spectral-element methods. Kungliga tekniska högskolan, Vitor Gabriel Kleine m. fl.
- Linearised simulation of wind-farm flows. Kungliga tekniska högskolan, Antonio Segalini.
- [NEWA](#) - New European Wind Atlas. Uppsala universitet, Stefan Ivanell.
- Prediction of transition to turbulence in wind turbines. Kungliga tekniska högskolan, Thales Coelho Leite Fava m. fl.
- Vortex methods for wind turbine simulations. Uppsala universitet, Anders Goude.
- Wind power in Swedish conditions - optimization of loads and production. Uppsala universitets, Karl Nilsson.
- Wind power in Swedish forest conditions. Uppsala universitet, Stefan Ivanell.

Elsystem

- Advanced modular multilevel converters for wind power integration with HVDC grids. Kungliga tekniska högskolan, Stefanie Heinig.
- Efficient hydro power modelling in presence of volatile wind power. Kungliga tekniska högskolan, Evelin Blom.
- Minimizing curtailments in power systems with high share of wind and solar generation. Kungliga tekniska högskolan, Elis Nycander.
- Multi-area power system generation adequacy. Kungliga tekniska högskolan, Egill Tomasson.

-
- New market design impact on hydro power operation in presence of large scale wind power. Kungliga tekniska högskolan, Abolfazl Khodadadi.
 - Protection for multi-terminal HVDC grids to connect large scale wind power. Kungliga tekniska högskolan, Ilka Jahn.
 - Real time estimation of power system inertia. Kungliga tekniska högskolan, Dimitrios Zografos.
 - Reduced vulnerability and risk mitigation in the power grid. Uppsala universitet, Mikael Bergkvist.
 - The role of flexible consumers in the future renewable based power system. Kungliga tekniska högskolan, Lars Herre.

Ljud

- Noise reduction of vertical axis wind turbines. Uppsala universitet, Aya Aihara.

Vertikalaxlade vindkraftsystem

- Aerodynamics of vertical axis wind turbines. Uppsala universitet, Victor Mendoza.
- Experimental research on a 200 kW vertical axis wind turbine. Uppsala universitet, Hans Bernhoff.
- SAVANT: SAVonius turbine for ANTarktis. Uppsala universitet, Hans Bernhoff.
- The Marsta vertical axis test site. Uppsala universitet, Hans Bernhoff.

Generatorer och styrsystem

- Analysis of sub-synchronous oscillations in wind power plants. Kungliga tekniska högskolan, Muhammad Taha Ali.
- Design of a permanent magnet synchronous generator with alnico magnets. Uppsala universitet, Fausto Lopez m. fl.
- Modelling novel nonlinear permanent magnet materials for energy applications. Uppsala universitet, Sandra Eriksson.
- SiC-based converter cells for HVDC connection of wind power. Kungliga tekniska högskolan, Keijo Jacobs.
- Volatile project - Voltage control on the transmission grid using power at other voltage levels. Kungliga tekniska högskolan, Stefan Stanković.
- Weekly planning of hydropower in systems with large volumes varying power generation. Kungliga tekniska högskolan, Charlotta Ahlfors.
- Wireless control of autonomous submodules in modular multilevel converters for wind power integration. Kungliga tekniska högskolan, Baris Ciftci.

Landskap och deltagande planering

- Deltagandeprocesser vid etablering av vindkraft. Uppsala universitet, Sanna Mels m. fl.

Drift och underhåll

- Asset management for wind power. Kungliga tekniska högskolan, Yi Cui m. fl.
- Efficient trading for wind power integration. Kungliga tekniska högskolan, Priyanka Shinde.

Exempel på forskningsprojekt inom EU's program Horizon 2020

Det fyraåriga forskningsprojektet REACT - Renewable Energy for Self-Sustainable Island Communities är finansierat av Horizon 2020. Projektet inleddes 2019 och är ett samarbete mellan NUI Galway, Austrian Institute of Technology, IK4-Tekniker Research Alliance, Uppsala universitet, Teesside University, University of the Aegean, Université de la Réunion och flera företag etablerade i Europa. Målet är att öar ska uppnå egen energiförsörjning genom förnybara källor, däribland vindkraft. Projektet ska utveckla en teknisk modell och affärsmodell som visar hur dessa tekniker kan ge viktiga ekonomiska fördelar, bidra till minskad användning av kol i lokala energisystem, minska växthusgasutsläpp och förbättra luftkvalitet.

► [REACT](#)

2.7. Sammanfattning

De olika forskningsprogrammen och forskningscentra som presenteras i den här sammanställningen ger en bild av vad som hänt under det senaste året inom vindkraftsforskning i Sverige.

Under 2019 har Energimyndighetens stöd till vindkraftsforskning distribuerats genom programmen VindEL, Vindval och SamspeL. Projekt finansierade med VindEL och Vindval är direkt riktade till forskning på vindkraft, medan SamspeL kategoriseras inom ramen för solet, vindkraft och elnät som bidrar till en hållbar klimatomställning.

VindEL är Energimyndighetens program för forskning och innovation inom vindkraft med målet att bidra till omställningen mot ett hållbart och förnybart energisystem i Sverige.

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.

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

Forskningsinstitutet RISE arbetar med forskning och innovation inom vindkraftsområdet. Verksamheten har under flera år vuxit fram med huvudsaklig fokus på provning, test och certifieringstjänster.

Forskningscentrat 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.

Förutom ovanstående forskningsprogram och centra, finns även internationella samverkansprojekt för vindkraft. Ett exempel är [REACT](#) (se kapitel 2.6 om STandUP for Wind) som är ett europeiskt samarbete inom vindkraftsforskning. REACT inleddes 2019 och är en samverkan mellan flera europeiska universitet, däribland Uppsala universitet, samt flera företag i Europa. Med målet att öar ska uppnå egen energiförsörjning genom förnybara källor utvecklas en teknisk modell och affärsmodell som visar hur dessa tekniker kan ge viktiga fördelar för ekonomi och miljö.

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 och bokkapitel. Minst en av författarna i varje publikation är verksam vid ett svenskt lärosäte.

Vissa av länkarna nedan kräver inloggningsuppgifter i Scope. Vid varning att öppna länk, går det utan risk att öppna och läsa dokumentet som är adresserade <https://>.

3.1. Finansiering, elmarknad, kostnadsberäkning

[*Transition towards 100% renewable power and heat supply for energy intensive economies and severe continental climate conditions: Case for Kazakhstan*](#)

Bogdanov, Dmitrii, et al., Applied Energy, vol. 253, 113606, 2019

[*Auctions for all? Reviewing the German wind power auctions in 2017*](#)

Lundberg, Liv, Energy Policy, vol. 128, s. 449-458, 2019

3.2. Vindresurser, energiberäkning

[*Wind resource assessment and economic analysis for electricity generation in three locations of the Republic of Djibouti*](#)

Assowe Dabar, Omar, et al., Energy, vol. 185, s. 884-894, 2019

[*A statistical model for wake meandering behind wind turbines*](#)

Braunbehrens, Robert; Segalini, Antonio, Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics, vol. 193, 103954, 2019

[*The potential of wind power-supported geothermal district heating systems-model results for a location in Warsaw \(Poland\)*](#)

Ciapala, Bartłomiej, et al., Energies, vol. 12, 3706, 2019

[*Measurements and reanalysis data on wind speed and solar irradiation from energy generation perspectives at several locations in Poland*](#)

Piasecki, Adam, et al., SN Applied Sciences, vol. 1, UNSP 865, 2019

[*Characterization of wind resource in China from a new perspective*](#)

Ren, Guorui, et al., Energy, vol. 167, s. 994-1010, 2019

[*Minute-scale forecasting of wind power -- Results from the collaborative workshop of IEA wind task 32 and 36*](#)

Würth, Ines, et al., Energies, vol. 12, Issue 4, Article 712, 2019

[*Advantage of variable-speed pumped storage plants for mitigating wind power variations: Integrated modelling and performance assessment*](#)

Yang, Weijia; Yang, Jiandong, Applied Energy, vol. 237, s. 720-732, 2019

[*A reversal in global terrestrial stilling and its implications for wind energy production*](#)

Zeng, Zhenzhong, et al., Nature Climate Change, vol. 9, s. 979-985, 2019

3.3. Teknisk utveckling, design och laster på vindkraftverk

[*Numerical investigation of the aeroelastic behavior of a wind turbine with iced blades*](#)

Gantasala, Sudhakar et al., *Energies*, vol. 12, 2422, 2019

[*Design and CFD study of a hybrid vertical-axis wind turbine by employing a combined Bach-type and H-Darrieus rotor systems*](#)

Hosseini, Arian; Goudarzi, Navid, *Energy Conversion and Management*, vol. 189, s. 49-59, 2019

[*A reference model for airborne wind energy systems for optimization and control*](#)

Malz, Elena C., et al., *Renewable Energy*, vol. 140, s. 1004-1011, 2019

[*The use of uncertainty quantification for the empirical modeling of wind turbine icing*](#)

Molinder, Jennie, et al., *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 58, s. 2019-2032, 2019

[*Wind turbines from the Swedish wind energy program and the subsequent commercialization attempts -- A historical review*](#)

Möllerström, Erik, *Energies*, vol. 12, Issue 4, Article 690, 2019

[*Direct finite element simulation of the turbulent flow past a vertical axis wind turbine*](#)

Nguyen, Van-Dang, et al., *Renewable Energy*, vol. 135, s. 238-247, 2019

[*Machine learning-based prediction of icing-related wind power production loss*](#)

Scher, Sebastian; Molinder, Jennie, *IEEE ACCESS*, vol. 7, s. 129421-129429, 2019

[*Structural analysis and optimal design of steel lattice wind turbine towers*](#)

Stavridou, Nafsika, et al., *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings*, vol. 172, s. 564-579, 2019

[*Uncertainty quantification of aerodynamic icing losses in wind turbine with polynomial chaos expansion*](#)

Tabatabaei, Narges, et al., *Journal of Energy Resources Technology*, vol. 141, s. 051210 (11 sidor), 2019

[*Dynamic regulation characteristics of pumped-storage plants with two generating units sharing common conduits and busbar for balancing variable renewable energy*](#)

Tang, Renbo, et al., *Renewable Energy*, vol. 135, s. 1064-1077, 2019

[*Grand challenges in the science of wind energy*](#)

Veers, Paul, et al., *Science*, vol. 366, Issue 6464, s. 443-451, 2019

[*Adaptive structural control of floating wind turbine with application of MR Damper*](#)

Wang, Lei, et al., *Energy Procedia*, vol. 158, s. 254-259, 2019

3.3.1. Konferensbidrag

[*The actuator line model in Lattice Boltzmann Frameworks: Numerical sensitivity and computational performance*](#)

Asmuth, Henrik, et al., *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1256, 2019 (22-24 maj), Wake Conference 2019

[CFD analysis of a cross-flow turbine for wind and hydrokinetic applications](#)

Hosseini, Arian, Goudarzi, Navid, Proceedings of the ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, vol. 6B, s. 00-00, 2018 (9-15 november), ISBN: 9780791852088

3.4. Tillverkning, drift och underhåll

[Detection and identification of windmill bearing faults using a one-class support vector machine \(SVM\)](#)

Saari, Juhamatti, et al., Measurement, vol. 137, s. 287-301, 2019

3.5. Elnät, elnätsintegrering, elkraft och system

[Identification of resonance interactions in offshore-wind farms connected to the main grid by MMC-based HVDC system](#)

Beza, Mebtu; Bongiorno, Massimo, Electrical Power and Energy Systems, vol. 111, s. 101-113, 2019

[Synthetic inertia control based on fuzzy adaptive differential evolution](#)

Chamorro, Harold R., et al., Electrical Power and Energy Systems, vol. 105, s. 803-813, 2019

[Investigation of subsynchronous control interaction in DFIG-based windfarms connected to a series compensated transmission line](#)

Chernet, Selam, et al., Electrical Power and Energy Systems, vol. 105, s. 765-774, 2019

[Power electronic converter configurations integration with hybrid energy sources - a comprehensive review for state-of-the-art in research](#)

Krishnamurthy, Kumar, et al., Electric Power Components and Systems, vol. 47, s. 1623-1650, 2019

[Dynamic modeling, stability, and control of power systems with distributed energy resources](#)

Sadamoto, Tomonori, et al., IEEE Control Systems Magazine, vol. 39, s. 34-65, 2019

[Day-ahead dispatch optimization with dynamic thermal rating of transformers and overhead lines](#)

Viafora, Nicola, et al., Electric Power Systems Research, vol. 171, s. 194-208, 2019

[Reliability considerations and economic benefits of dynamic transformer rating for wind energy integration](#)

Zarei, Tahereh, et al., Electrical Power and Energy Systems, vol. 106, s. 598-606, 2019

3.5.1. Konferensbidrag

[Zero emission super-yacht](#)

Eastlack, Edward, et al., 2019 Fourteenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), 8 sidor, 2019 (8-10 maj), ISBN: 9781728137032

[Evaluation of the system-aggregated potentials of inertial support capabilities from wind turbines](#)

Imgart, Paul; Chen, Peiyuan, 2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT-Europe), s. 1-5, 2019 (29 september – 2 oktober), ISBN: 9781538682197

3.6. Resursstyrning av förnybara energikällor/system

[Optimal placement and sizing of heat pumps and heat only boilers in a coupled electricity and heating networks](#)

Ayele, Getnet Tadesse, et al., Energy, vol. 182, s. 122-134, 2019

[Optimization and assessment of floating and floating-tracking PV systems integrated in on- and off-grid hybrid energy systems](#)

Campana, Pietro Elia, et al., Solar Energy, vol. 177, s. 782-795, 2019

[Optimal hybrid pumped hydro-battery storage scheme for off-grid renewable energy systems](#)

Guezgouz, Mohammed, et al., Energy Conversion and Management, vol. 199, 112046, 2019

[The role of intelligent generation control algorithms in optimizing battery energy storage systems size in microgrids: A case study from Western Australia](#)

Mahmoud, Thair Shakir, et al., Energy Conversion and Management, vol. 196, s. 1335-1352, 2019

[Machine learning methods to assist energy system optimization](#)

Perera, A. T. Dasun, et al., Applied Energy, vol. 243, s. 191-205, 2019

[Redefining energy system flexibility for distributed energy system design](#)

Perera, A. T. Dasun, et al., Applied Energy, vol. 253, 113572, 2019

[Biomass in the electricity system: A complement to variable renewables or a source of negative emissions?](#)

Johansson, Viktor, et al., Energy, vol. 168, s. 532-541, 2019

[Investigation of an Ordovician carbonate mound beneath Gotland, Sweden, using 3D seismic and well data](#)

Levendal, Tegan, et al., Journal of Applied Geophysics, vol. 162, s. 22-34, 2019

3.7. Planering och policy

[Landscape and wind energy : a literature study](#)

Butler, Andrew; Wärnbäck, Antoinette, Urban and rural reports 2019:4, Sveriges lantbruksuniversitet, s. 1-49, 2019

[International experiences with opposition to wind energy siting decisions: lessons for environmental and social appraisal](#)

Cashmore, Matthew, et al., Journal of Environmental Planning and Management, vol. 62, s. 1109-1132, 2019

3.8. Sammanfattning av publicerade artiklar och konferensbidrag

Enligt sammanställningen i tabell 1 nedan har antalet vetenskapliga artiklar inom svensk vindkraftsforskning 2019 minskat något jämfört med 2018. Framförallt dominerar antalet artiklar inom ämnesområdena teknisk utveckling, design och laster på vindkraftverk samt elnät, elnätsintegrering, elkraft och system.

För 2019 saknas det publikationer inom kategorierna regional utveckling och samhällsnytta, acceptans, djurpåverkan, klimat- och miljöpåverkan samt ljud, buller och vibrationer. Att dessa kategorier minskat kan bero på att utlysningar av forskningsmedel från Vindval (se kapitel 2.2. s. 6) nu prioriterar planeringsfrågor. Tidigare år har fokus i utlysningar varit på djur- och miljöpåverkan samt förankring.

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

Ämnesområde	2015	2016	2017	2018	2019
Finansiering, elmarknad, kostnadsberäkning	5	4	10	1	2
Vindresurser, energiberäkning	5	5	28	14	8
Teknisk utveckling, design och laster på vindkraftverk	4	9	8	9	14
Tillverkning, drift och underhåll	4	11	16	5	1
Elnät, elnätsintegrering, elkraft och system	7	14	27	13	9
Resursstyrning av förnybara energikällor, system	2	-	6	-	8
Planering och policy	2	3	9	4	2
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	44

Sammanställningen baseras på denna rapport samt *Ny och pågående vindkraftsforskning i Sverige 2016, 2017 och 2018*.

4. Akademiska avhandlingar och uppsatser

Omfattningen på olika typer av uppsatser skiljer sig åt beroende på utbildningarnas nivå, längd och inriktning. Masteruppsatser motsvarar 30 högskolepoäng (hp) av totalt 4,5–5 läsår (270–300 hp), medan magisteruppsatser motsvarar 15 hp av en utbildning på minst fyra läsår (240 hp). En uppsats för yrkesexamen är 30 hp och ingår i en utbildning motsvarande 4,5 läsår (270 hp). Uppsatser för yrkesexamen ingår i kategorin masteruppsatser eftersom de ligger i samma avancerade utbildningsnivå. Kandidatuppsatser omfattar 15 hp av utbildning på tre läsår (180 hp).

4.1. Doktorsavhandlingar

[Adaptation of wave power plants to regions with high tides](#)

Ayob, Mohd Nasir, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Elektricitetslära, 2019

[Large-scale graphene production for environmentally friendly and low-cost energy storage: Production, coating, and applications](#)

Blomquist, Nicklas, Mittuniversitetet, Institutionen för naturvetenskap, Fysik, 2019

[Wind turbine sound in cold climates](#)

Conrady, Kristina, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten- och landskapslära, 2019

[Numerical computations of wakes behind wind farms : A tool to study farm to farm interaction](#)

Eriksson, Ola, Uppsala Universitet, Institutionen för Geovetenskaper, Vindenergi, 2019

[Detection of blade icing and its influence on wind turbine vibrations](#)

Gantasala, Sudhakar, Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Produkt- och produktionsutveckling, 2019

[Electricity markets operation planning with risk-averse agents: stochastic decomposition and equilibrium](#)

Jovanović, Nenad, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, Elektroteknik och elektronik, 2019

[Wind-turbine wakes – Effects of yaw, shear and turbine interaction](#)

Kleusberg, Elektra, Kungliga tekniska högskolan, Institutionen för mekanik, 2019

[Ride the wind: Symbiotic business model innovation for the Chinese wind power industry](#)

Liu, Lihua, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, Företagsekonomi, 2019

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

Nguyen, Van-Dang, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, 2019

[Nanomechanics – Quantum size effects, contacts, and triboelectricity](#)

Olsen, Martin, Mittuniversitetet, Institutionen för naturvetenskap, Naturvetenskap, 2019

[Assessment of energy storage systems for power system applications based on equivalent circuit modeling](#)

Pham, Cond-Toan, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, Elektronisk teori och konstruktion, 2019.

[Development and test of an imaging instrument for measurement of water droplets in icing conditions](#)

Rydbloom, Stefani Alita Leona, Mittuniversitetet, Institutionen för elektronikkonstruktion, Elektroteknik och elektronik, 2019

[On transfer functions for power quality studies in wind power and solar PV plants](#)

Schwanz, Daphne, Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Energivetenskap, 2019

[Techno-economic assessment of wind energy for renewable hydrogen production in Sweden](#)

Siyal, Shahid Hussain, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Energiteknik, 2019

[Planning and operation of demand-side flexibility](#)

Song, Meng, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, 2019

[The “Dark side” of marine spatial planning: A study of domination, empowerment and freedom through theories of discourse and power](#)

Tafon, Ralph, Södertörns högskola, Institutionen för naturvetenskap, miljö och teknik, Miljövetenskap, 2019

[Electrification of road transportation - Implications for the electricity system](#)

Taljegård, Maria, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för rymd-, geo- och miljövetenskap, Energiteknik, 2019

[Resistance of cold-formed high strength steel sections: Effect of cold-formed angle](#)

Tran, Anh Tuan, Luleå tekniska universitet, Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Samhällsbyggnadsteknik, 2019

[Power system inertia estimation and frequency response assessment](#)

Zografos, Dimitrios, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, Elkraftteknik, 2019

4.2. Licentiatavhandlingar

[The raison d'être of diffusion intermediaries in solar and wind power in Sweden](#)

Aspeteg, Joakim, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för teknikens ekonomi och organisation, Miljösystemanalys, 2019

[Medium voltage generation system with five-level NPC converters for kite tidal power](#)

Mademlis, Georgios, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för elektroteknik, Elkraftteknik, elmaskiner och kraftelektronik, 2019

[Sustainability-, buildability- and performance-driven structural design](#)

Mathern, Alexandre, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Konstruktionsteknik, 2019

[Aqueous organic redox flow batteries: Electrochemical studies of quinonoid compounds](#)

Wiberg, Cedrik, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för kemi och kemiteknik, Tillämpad kemi, 2019

4.3. Masteruppsatser

[Aero and vibroacoustical prediction of the noise generated by turbulent boundary layers](#)

Alonso Pinar, Alberto, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för teknikvetenskap, Farkostteknik, 2019

[Dynamic transformers rating for expansion of existing wind farms](#)

Ariza Rocha, Oscar David, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap, Elektroteknik och elektronik, 2019

[Evaluating the impact of altered electricity systems: Constructing a model for assessment of the GHG impacts of altered electricity system configurations in Northern Europe](#)

Bangay, Carolin, Lunds universitet, Institution för teknik och samhälle, Miljö- och energisystem, 2019

[Nonlinear approximative explicit model predictive control through neural networks](#)

Bolin, Thomas, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektroteknik och datavetenskap, Data- och informationsvetenskap, 2019

[Intressentsamråd vid vindkraftsetablering](#)

Bwimba, Emmy, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsekonomi i Uppsala, Miljöekonomi och företagsledning, 2019

[Forest Simulation with Industrial CFD Codes](#)

Cedell, Petter, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för teknikvetenskap, Strömningsmekanik och akustik, 2019

[The impact of voltage dip characteristics on low voltage ride through of DFIG-based wind turbines](#)

Chen, Cheng, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, Teknik och teknologier, 2019

[Oops! They build it again: A suitability analysis for future wind farm location in Sweden](#)

Christofel, Aditya Billy, Umeå universitet, Institutionen för geografi, Kulturgeografi, 2019

[Power system protection modelling with IEC 61850 and IEC 61499](#)

De Lima, Francisco, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, Teknik och teknologier, 2019

[Utökad nytta av befintligt energilager](#)

Eklund, Victor, Umeå universitet, Institutionen för tillämpad fysik och elektronik, 2019

[Life cycle analysis for a DC-microgrid energy system in Fjärås](#)

Farzad, Tabassom, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Teknik och teknologier, 2019

[Sound propagation modelling with applications to wind turbines](#)

Fritzell, Julius, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för teknikvetenskap, Mekanik, 2019

[Modeling, simulation and optimization of a submerged renewable storage system integrated to a floating wind farm: A feasibility case study on the Swedish side of the Baltic sea, based on the geographical and wind conditions](#)

Honnanayakanahalli Ramakrishna, Prajwal, Mälardalens högskola, Akademin för ekonomi, samhälle och teknik, Energisystem, 2019

[Analys av elnät för begränsning av reaktiv effekt](#)

Hudji, Muadh, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Elektroteknik och elektronik, 2019

[Evaluation tool for large scale onshore wind power projects](#)

Jalkenäs, Frida, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[Value as a motivating factor for collaboration: The case of a collaborative network for wind asset owners for potential big data sharing](#)

Kenjangada Kariappa, Ganapathy; Bjersér, Marcus, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, Företagsekonomi, 2019

[Konsekvenser av vätgasproduktion för fordonsdrift: klimatpåverkan och energieffektivitet för olika produktionsvägar för vätgas jämfört med fordonsgas och vindkraftsel producerat av energibolag i Östergötland](#)

Lilja, Dennis, Linköpings universitet, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Industriell miljöteknik, 2019

[An economic feasibility study of hydrogen production by electrolysis in relation to offshore wind energy at Oxelösund](#)

Lindblad, Karl, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[Techno-economic analysis of integrating renewable electricity and electricity storage in Åland by 2030](#)

Nikzad, Dario, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[Nanogrid for renewable off-grid system](#)

Onyia, Chukwuebuka Louis, Uppsala universitet, Institutionen för informationsteknologi, Teknik och teknologier, 2019

[Project evaluation in the energy sector: The case of wind farm development](#)

Rahm Juhlin, Johanna; Åkerström, Sandra, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[Environmental and economic assessment of the combination of desalination powered by renewable energies in Morocco](#)

Rechreche, Jonas, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Teknik och teknologier, 2019

[Deep autoencoder for condition monitoring of wind turbines - Detecting and diagnosing anomalies](#)

Renman, Johanna, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för fysik, Vindkraft, 2019

[Power plant operation optimization economic dispatch of combined cycle power plants](#)

Rosso, Stefano, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Teknik och teknologier, 2019

[Techno-economic analysis of mobile battery storage systems to utilize curtailed wind energy in Germany for off-grid applications](#)

Siddique, Muhammad Bilal, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[An analysis of geospatial factors in medium voltage grid distribution network routing](#)

Tendolkar, Chaitanya, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[Impact of wind farm control technologies on wind turbine reliability](#)

Walgern, Julia, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Elektricitetslära, 2019

[Future scenarios for energy security and sustainable desalination in Jordan](#)

Weinstein, Miles, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[End-Of-Life wind turbines in the EU: An estimation of the NdFeB-magnets and containing rare earth elements in the anthropogenic stock of Germany and Denmark](#)

Welzel, Lisa, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Geovetenskap och miljövetenskap, 2019

[On the profitability of largescale PV plants in Sweden](#)

Westén, Annelie, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, Teknik och teknologier, 2019

[LCA of microgrid system: a case study at 'North-five Islands' of Changshan archipelago, China](#)

Yuning, Jiang, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[Outlier detection on sparse-encoded vibration signals from rolling element bearings](#)

Al-Kahwati, Kammal, Luleå tekniska universitet, Institutionen för system- och rymdteknik, Data- och informationsvetenskap, 2019

[Resilience-enhancement through renewable energy microgrid systems in rural El Salvador](#)

Alarcón, Mathias; Landau, Robin, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Teknik och teknologier, 2019

[Teknisk utvärdering av befintliga och potentiella teknologier för automatisk frekvensreglering i det svenska elnätet](#)

Appelstål, Sophia, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Energisystem, 2019

[Experimental investigation of a de-icing system for wind turbine blades based on infrared radiation](#)

Pettersson, Jennifer; Sollén, Sofia, Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Hållbar energiteknik, 2019

[Utvärdering av system för avisning av vindkraft: Upprättande av utvärderingsmetod samt analys av tre befintliga system för avisning](#)

Strandler, Erik, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Teknik och teknologier, 2019

[Tio år med kommunalt veto vid prövningen av vindkraft - är det dags för en förändring?](#)

Ståhl, Jenni, Stockholms universitet, Juridiska institutionen, Miljörätt, 2019

4.4. Magisteruppsatser

[Analysis of simris hybrid energy system design and working and checking the effect of using high capacity factor wind turbine](#)

Akthar, Naem, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, Energiteknik, 2019

[Techno-economic analysis of repowering potential in North Rhine-Westphalia Germany](#)

Baak, Werner, Uppsala Universitet, Institutionen för Geovetenskaper, Vindkraftprojektering, 2019

[Cost comparison of repowering alternatives for offshore wind farms](#)

Bergvall, Daniel, Uppsala universitet, Institutionen för Geovetenskaper, Vindkraftprojektering, 2019

[Using CHP plant to regulate wind power](#)

Elzubair, Arwa, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, Teknik och teknologier, 2019

[Feasibility of converting a Science Park in a cold climate into an "off-grid" facility using renewable energies and seasonal storage systems](#)

Estaña, Guillermo; Ruiz, Iñigo, Högskolan i Gävle, Avdelningen för byggnadsteknik, energisystem och miljövetenskap, Energisystem, 2019

[Assessment of the offshore wind potential in the Caribbean to satisfy the demand of electricity in Latin America and the Caribbean region](#)

Gómez Sará, José Orlando, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Energisystem, 2019

[Analysis of fault ride through disturbances in wind energy](#)

Kumar Mishra, Navin, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, Förnyelsebar bioenergi, 2019

[What are the uncertainties and potential impacts of "Brexit"/the EU referendum result on the UK wind energy sector?](#)

Lawrence Mummery, Robert Andrew, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskap, Energisystem, 2019

[It's an ill wind: An analysis of justice perceptions around wind power](#)

Niebel Stier, Lucas; Wallimann, Marco, Uppsala universitet, Företagsekonomiska institutionen, Företagsekonomi, 2019

[Wind power prediction model based on publicity available data: Sensitivity analysis on roughness and production trend](#)

Sakthi, Gireesh, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskap, Elektroteknik och elektronik, 2019

[The potential of grid energy storage: a case study of the Nordic countries and Germany](#)

Schweitz, Anders, Högskolan i Gävle, Akademin för teknik och miljö, Energisystem och byggnadsteknik, 2019

[Renewable energy policy: A comparative case study of Latvia and Sweden](#)

Timoseva, Anastasija, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Offentlig förvaltning och miljöledning, 2019

[Using airborne laser scans to model roughness length and forecast energy production of wind farms](#)

Valee, Joris, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Meteorologi och atmosfärforskning, 2019

4.5. Kandidatuppsatser

[Tillverkning av vingblad för små vindkraftverk enligt Piggotts konstruktion](#)

Ahmad, Ammar; Abbas, Rand, Högskolan i Halmstad, Akademin för ekonomi, teknik och naturvetenskap, Maskinteknik, 2019

[Optimal configuration for a bio-solar-wind polygeneration system in Klintehamn](#)

Algarp, Caroline; Svanfeldt, Astrid, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Teknik och teknologier, 2019

[ELVÄGAR – Energidistribueringsystem och energiutvinningsystem](#)

Algotsson, Josef; Lundgren, Eric, Örebro universitet, Institutionen för naturvetenskap och teknik, Samhällsbyggnadsteknik, 2019

[Voltage regulation for an electrical grid](#)

Alzubaidi, Jaafar; Antonsson, Rasmus, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, Elektroteknik och elektronik, 2019

[Savonius wind turbine innovation integrated in a constructed nano grid system](#)

Andersson, Oskar, Uppsala universitet, Institutionen för elektroteknik, Elektroteknik och elektronik, 2019

[Vatten och landbaserad vindkraft: Rikssintressen av varierande etableringspotential](#)

Bluj, Jakob; Wallentinsson, Måns, Uppsala universitet, Kulturgeografiska Institutionen, Kulturgeografi, 2019

[Effektivisering av vindlastberäkningar](#)

Bonnevier, Björn; Karlsson, Robin, Linköpings universitet, Institutionen för teknik och naturvetenskap, Kommunikations- och transportsystem, 2019

[Wind power policy and planning - a comparative study of Sweden and the Netherlands](#)

Brokking, Christoffer, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Samhällsplanering och miljö, 2019

[Off-grid wind power systems: Planning and decision making](#)

El Zein, Musadag, Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper, Energisystem, 2019

[Investigation of frequency containment reserves with inertial response and batteries](#)

Ghasemi, Hashem; Melki, Jakob, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för elektronik och datavetenskap, Elektroteknik och elektronik, 2019

[The electricity demand and supply in El Espino: Alternatives for diversification of renewable technologies](#)

Grankvist, Jessica; Gao Lily, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Naturresursteknik, 2019

[Batterier i kraftsystemet: En studie i batteriers potential som energilagring för stöd av intermittenta energikällor i det nationella kraftsystemet](#)

Gustafsson, Amelie; Wiklund, Hannes, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Energiteknik, 2019

[Konstruktion av lagerlösning till en TFM generator för vindkraft](#)

Hedberg, Joakim; Rundström, Per, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för industriell teknik och management, Maskinkonstruktion, 2019

[Studie i att sammanställa energiplaner för att synliggöra kraftbehov 2030: En explorativ och formativ undersökning](#)

Kortenius, Jacob; Wallhed, Niklas, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Hållbar utveckling, miljövetenskap och teknik, 2019

[Elcertifikatsystemet: En översiktlig analys](#)

Lindberg, Maria, Umeå universitet, Handelshögskolan, Nationalekonomi, 2019

[Vattenkraftsplanering i kombination med vindkraft och batterier](#)

Lundquist, Frida; Selsmark, Dan, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Naturresursteknik, 2019

[Initial utvärdering av vindkraftsetablering](#)

Mellquist, Morgan, Högskolan i Borås, Akademin för textil, teknik och ekonomi, Teknik och teknologier, 2019

[Prospects of Renewable Energy for the New City of El Alamein, Egypt: An Energy System Model using OSeMOSYS to obtain the most cost-efficient electricity production mix](#)

Miletic, Marko; Färegård, Simon; Von Schultz, Erik, Kungliga tekniska högskolan, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Energisystem, 2019

4.6. Sammanfattning av akademiska avhandlingar och uppsatser

I tabell 2 nedan redovisas antalet akademiska avhandlingar och uppsatser om vindkraft och vindkraftsrelaterade teman åren 2015–2019. Antalet doktorsavhandlingarna har ökat under 2019, medan andelen licentiatavhandlingar ligger kvar på ett lågt antal som tidigare år.

När det gäller masteruppsatser har antalet ökat markant jämfört med 2018 och de visar en god fördelning mellan olika universitet och högskolor (Tabell 3). Sedan 2015 har antal masteruppsatser varierat stort från år till år.

Magisteruppsatserna ligger i stort sett kvar på samma antal som tidigare år. Däremot har antalet kandidatuppsatser fördubblats mot föregående år och toppar det höga antalet under 2017.

I tabell 3 ser vi att på totalt sexton universitet och högskolor har avhandlingar och uppsatser examinerats under 2019. Det visar att ett stort intresse finns för vindkraft och att ämnet har en stor spridning, även där det inte ges specifika kurser och utbildningsprogram om vindkraft. Kungliga tekniska högskolan och Uppsala universitet ligger just nu i topp för uppsatser på mastersnivå inom vindkraft.

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

Nivå	2015	2016	2017	2018	2019
Doktorsavhandlingar	11	13	12	12	19
Licentiatavhandlingar	3	4	3	4	4
Masteruppsatser	17	22	46	17	37
Magisteruppsatser	16	11	16	13	13
Kandidatuppsatser	10	10	17	8	18
Totalt	57	60	94	54	90

Sammanställningen baseras på denna rapport samt *Ny och pågående vindkraftsforskning i Sverige* 2016, 2017 och 2018.

Tabell 3. Antal avhandlingar och uppsatser utgivna per högskola/universitet under 2019.

Högskola / universitet	Doktor	Licentiat	Master	Magister	Kandidat
Chalmers tekniska högskola	1	4	1		
Högskolan i Borås					1
Högskolan i Gävle				2	
Högskolan i Halmstad	1		1	3	1
Kungliga Tekniska högskolan	7		19		10
Linköpings universitet			1		1
Luleå tekniska universitet	3		2		
Lunds universitet			1		
Mittuniversitetet	3				
Mälardalens högskola			1		
Stockholms universitet			1		
Sveriges lantbruksuniversitet			1		
Södertörns högskola	1				
Umeå universitet			2		1
Uppsala universitet	3		7	8	3
Örebro universitet					1
Totalt	19	4	37	13	18