

## Baksidan av vindkraften

### Vindkraftverk kommer att orsaka mer miljöpåverkan än man tidigare trott

Av Leah Burrows SEAS Communications. Oktober 4, 2018.

När det gäller energiproduktion finns det ingen "gratis lunch", tyvärr.

När världen börjar sin stora övergång till låghaltiga koldioxidkällor är det viktigt att ha analyserat fördelar och nackdelar och väl förstått varje typ av miljöpåverkan hos förnybar energi, även om de kan vara små i jämförelse med kol och gas.

I två artiklar - publicerade idag i tidskrifterna Environmental Research Letters och Joule - Harvard University, finner forskare att övergången till vindkraft eller solenergi i USA skulle kräva **fem till 20 gånger mer mark än man tidigare trott**, och om sådana stora vindkraftsanläggningar byggs, skulle de höja den genomsnittliga marktemperaturen över hela USA med 0,24 grader Celsius.

"Vind slår kol vid alla miljöaspekter, men det betyder inte att dess inverkan är försumbar", säger David Keith, Gordon McKay professor i tillämpad fysik vid Harvard John A. Paulson School of Engineering och Applied Sciences (SEAS) och huvudförfattare av artiklarna. "Vi måste snabbt övergå från fossila bränslen för att stoppa koldioxidutsläppen. Därigenom måste vi välja mellan olika kolväteteknologier, som alla har några sociala och miljömässiga konsekvenser".

Keith är också professor i offentlig politik vid Harvard Kennedy School.

Ett av de första stegen för att förstå miljöpåverkan av förnybar teknik är att förstå hur mycket mark som krävs för att möta framtida amerikanska energibehov. Även med dagens energikrav, har markområdet och därmed sammanhängande krafttätheter länge diskuterats av energiexperter.

I tidigare forskning modellerade Keith och medförfattare kapaciteten hos storskaliga vindkraftparker och drog slutsatsen att vindkraftproduktionen på världsnivå hade överskattats eftersom de försummade att exakt redovisa växelverkan mellan vindkraftverk och atmosfären.

David Keith: **"Den direkta klimatpåverkan av vindenergi är omedelbar, medan fördelarna med minskad utsläpp ackumuleras långsamt."**

2013 undersökte Keith hur varje vindkraftverk skapar en "vindskugga" bakom verken när luften bromsas av vindkraftverkens vingar. Dagens vindkraftparker har utrymme för att minska effekten av dessa "vindskuggor", men med tanke på att vindkraftparkerna fortsätter att expandera, eftersom efterfrågan på vindproducerad el ökar, kan inte interaktioner och därmed sammanhängande klimatpåverkan undvikas.

Vad som saknades från den tidigare forskningen var emellertid observationer för att stödja modelleringen. För några månader sen, släppte USA Geological Survey placeringen av 57.636 vindkraftverk runt om i USA. Genom att använda dessa data i kombination med flera andra regeringsdatabaser kunde Keith och Dr Lee Miller kvantifiera krafttätheten i 411 vindkraftparker och 1.150 solfotovoltaiska anläggningar, som var verksamma i USA under 2016.

*"För vindkraft fann vi att den genomsnittliga krafttätheten - vilket betyder energitillgången dividerad med vindkraftverkens omfattningsområde - var upp till 100 gånger lägre än uppskattningar av några ledande energiexperter",* säger Miller, som är huvudansvarig för båda artiklarna. *"De flesta av dessa uppskattningar misslyckades med att överväga interaktionen mellan verk och atmosfär. För ett isolerat vindkraftverk är interaktionerna inte viktiga, men när vindkraftparkerna är mer än 5 till 10 kilometer stora har dessa växelverknings stor inverkan på krafttätheten".*

De observationsbaserade vindenergitätheterna är också mycket lägre än uppskattningar som gjorts av U.S. Department of Energy och den mellanstatliga panelen för klimatförändringar.

För solenergin är den genomsnittliga effekttätheten (mätt i watt per kvadratmeter) 10 gånger högre än vindkraften, men också mycket lägre än uppskattningar av ledande energiexperter.

Denna forskning tyder på att inte bara vindkraftparker kräver mer mark för att nå de föreslagna målen för förnybar energi men också att den i så stor skala blir en aktiv aktör i klimatsystemet.

Nästa fråga, som utforskas i tidningen Joule, var hur så stora vindkraftverk skulle påverka klimatsystemet.

David Keith: "Om ditt perspektiv är de kommande tio åren har vindkraft faktiskt - i vissa avseenden - mer klimatpåverkan än kol eller gas. Om ditt perspektiv är de närmaste tusen åren har vindkraft kraftigt mindre klimatpåverkan än kol eller gas. "

För att uppskatta effekterna av vindkraften fastställde Keith och Miller en bas för USA-klimatet 2012-2014 med hjälp av en standardprognos för väderprognoser. Därefter täckte de en tredjedel av det kontinentala USA (exkl. Alaska och Hawaii) med tillräckligt antal vindkraftverk för att möta dagens amerikanska elbehov. Forskarna fann att detta scenario skulle höja medeltemperaturen i USA med 0,24 grader Celsius, och att de största förändringarna inträffade på natten då marktemperaturerna ökade med upp till 1,5 grader. Denna uppvärmning är resultatet av att vindkraftverk blandar luft vid marken med högre luftlager, samtidigt som värmen extraheras genom atmosfärens rörelse.

Denna forskning stöder mer än 10 andra studier som observerat uppvärmning nära operativa amerikanska vindkraftverk. Miller och Keith jämförde deras simuleringar med satellitbaserade observationsstudier i norra Texas och fann ungefär samma konsekventa temperaturökningar. Miller och Keith är snabba med att påpeka osannolikheten att USA genererar så mycket vindkraft som de simulerat i sitt scenario, men lokal uppvärmning sker även i mindre projekt. Följdfrågan blir då att förstå när de växande fördelarna med att minska utsläppen blir ungefär lika med vindkraftens nästan omedelbara temperaturhöjande påverkan.

**Harvard-forskarna fann att vindkraftverkens uppvärmningseffekt i USA faktiskt var större än effekten av reducerade koldioxidutsläpp under de första 100 åren av dess drifttid.**

Detta beror på att uppvärmningseffekten är övervägande lokal för vindkraftparken, medan växthusgaskoncentrationerna måste minskas globalt innan fördelarna realiseras.

Miller och Keith upprepade beräkningen för solenergi och fann att dess klimatpåverkan var cirka 10 gånger mindre än vindkraftens.

"Den direkta klimatpåverkan av vindkraften är omedelbar, medan fördelarna med minskad utsläpp ackumuleras långsamt", sa Keith.

**"Om ditt perspektiv är de kommande tio åren har vindkraft faktiskt - i vissa avseenden - mer klimatpåverkan än kol eller gas. Om ditt perspektiv är de närmaste tusen åren har vindkraft kraftigt mindre klimatpåverkan än kol eller gas".**

"Arbetet ska inte ses som en grundläggande kritik av vindkraft," sa han. "Vissa av vindkraftens klimatpåverkan kommer att vara fördelaktiga - flera globala studier visar att vindkraft kyler polarområden. Arbetet bör snarare ses som ett första steg för att bli mer seriös om att bedöma dessa effekter för alla förnybara energikällor. Vårt hopp är att vår studie, i kombination med de senaste direktobservationerna, markerar en vändpunkt där vindkraftens klimatpåverkan börjar ta allvarliga hänsyn i strategiska beslut om att dämpa energisystemet. "

Denna forskning finansierades av fonden för innovativ klimat- och energiforskning.

.....

- Vindkraft minskar utsläppen och orsakar klimatpåverkan genom varmare temperaturer
- Värmande effekt starkast på natten när temperaturen ökar med höjd
- Nattvärmeffekten observerades vid 28 operativa amerikanska vindkraftverk
- Vindens uppvärmning kan överstiga effekten av reducerade utsläpp av klimatgaser under 100 år.

## ➤ Originaltext.

### The down side to wind power

### Wind farms will cause more environmental impact than previously thought

By Leah Burrows SEAS Communications. Date October 4, 2018

Lee M Miller<sup>1,3</sup> and David W Keith<sup>1,2</sup>

<https://news.harvard.edu/gazette/story/2018/10/large-scale-wind-power-has-its-down-side/>

When it comes to energy production, there's no such thing as a free lunch, unfortunately.

As the world begins its large-scale transition toward low-carbon energy sources, it is vital that the pros and cons of each type are well understood and the environmental impacts of renewable energy, small as they may be in comparison to coal and gas, are considered.

In two papers — published today in the journals [Environmental Research Letters](#) and [Joule](#) — Harvard University researchers find that the transition to wind or solar power in the U.S. would require five to 20 times more land than previously thought, and, if such large-scale wind farms were built, would warm average surface temperatures over the continental U.S. by 0.24 degrees Celsius. “Wind beats coal by any environmental measure, but that doesn’t mean that its impacts are negligible,” said David Keith, the Gordon McKay Professor of Applied Physics at the Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences (SEAS) and senior author of the papers. “We must quickly transition away from fossil fuels to stop carbon emissions. In doing so, we must make choices between various low-carbon technologies, all of which have some social and environmental impacts.”

Keith is also professor of public policy at the Harvard Kennedy School.

One of the first steps to understanding the environmental impact of renewable technologies is to understand how much land would be required to meet future U.S. energy demands. Even starting with today’s energy demands, the land area and associated power densities required have long been debated by energy experts.

In previous research, Keith and co-authors modeled the generating capacity of large-scale wind farms and concluded that real-world wind power generation had been overestimated because they neglected to accurately account for the interactions between turbines and the atmosphere.

“The direct climate impacts of wind power are instant, while the benefits of reduced emissions accumulate slowly.”

— David Keith

In 2013 research, Keith described how each wind turbine creates a “wind shadow” behind it where air has been slowed down by the turbine’s blades. Today’s commercial-scale wind farms carefully space turbines to reduce the impact of these wind shadows, but given the expectation that wind farms will continue to expand as demand for wind-derived electricity increases, interactions and associated climatic impacts cannot be avoided.

What was missing from this previous research, however, were observations to support the modeling. Then, a few months ago, the U.S. Geological Survey released the locations of 57,636 wind turbines around the U.S. Using this data set, in combination with several other U.S. government databases, Keith and postdoctoral fellow Lee Miller were able to quantify the power density of 411 wind farms and 1,150 solar photovoltaic plants operating in the U.S. during 2016. “For wind, we found that the average power density — meaning the rate of energy generation divided by the encompassing area of the wind plant — was up to 100 times lower than estimates by some leading energy experts,” said Miller, who is the first author of both papers. “Most of these estimates failed to consider the turbine-atmosphere interaction. For an isolated wind turbine, interactions are not important at all, but once the wind farms are more than five to 10 kilometers deep, these interactions have a major impact on the power density.”

The observation-based wind power densities are also much lower than important estimates from the U.S. Department of Energy and the Intergovernmental Panel on Climate Change.

For solar energy, the average power density (measured in watts per meter squared) is 10 times higher than wind power, but also much lower than estimates by leading energy experts.

This research suggests that not only will wind farms require more land to hit the proposed renewable energy targets but also, at such a large scale, would become an active player in the climate system.

The next question, as explored in the journal *Joule*, was how such large-scale wind farms would impact the climate system.

“If your perspective is the next 10 years, wind power actually has — in some respects — more climate impact than coal or gas. If your perspective is the next thousand years, then wind power has enormously less climatic impact than coal or gas.”

— David Keith

To estimate the impacts of wind power, Keith and Miller established a baseline for the 2012–2014 U.S. climate using a standard weather-forecasting model. Then, they covered one-third of the continental U.S. with enough wind turbines to meet present-day U.S. electricity demand. The researchers found this scenario would warm the surface temperature of the continental U.S. by 0.24 degrees Celsius, with the largest changes occurring at night when surface temperatures increased by up to 1.5 degrees. This warming is the result of wind turbines actively mixing the atmosphere near the ground and aloft while simultaneously extracting from the atmosphere's motion.

This research supports more than 10 other studies that observed warming near operational U.S. wind farms. Miller and Keith compared their simulations to satellite-based observational studies in North Texas and found roughly consistent temperature increases.

Miller and Keith are quick to point out the unlikeliness of the U.S. generating as much wind power as they simulate in their scenario, but localized warming occurs in even smaller projections. The follow-on question is then to understand when the growing benefits of reducing emissions are roughly equal to the near-instantaneous impacts of wind power.

The Harvard researchers found that the warming effect of wind turbines in the continental U.S. was actually larger than the effect of reduced emissions for the first century of its operation. This is because the warming effect is predominantly local to the wind farm, while greenhouse gas concentrations must be reduced globally before the benefits are realized.

Miller and Keith repeated the calculation for solar power and found that its climate impacts were about 10 times smaller than wind's.

"The direct climate impacts of wind power are instant, while the benefits of reduced emissions accumulate slowly," said Keith. "If your perspective is the next 10 years, wind power actually has — in some respects — more climate impact than coal or gas. If your perspective is the next thousand years, then wind power has enormously less climatic impact than coal or gas.

"The work should not be seen as a fundamental critique of wind power," he said. "Some of wind's climate impacts will be beneficial — several global studies show that wind power cools polar regions. Rather, the work should be seen as a first step in getting more serious about assessing these impacts for all renewables. Our hope is that our study, combined with the recent direct observations, marks a turning point where wind power's climatic impacts begin to receive serious consideration in strategic decisions about decarbonizing the energy system."

*This research was funded by the Fund for Innovative Climate and Energy Research.*