

Regionala effekter av havsbaserad vindkraft

Lars Arneborg, Jörgen Öberg, Per Pemberton, Maria Karlberg, Sam Fredriksson,

SMHI, 2023-08-21, Reviderat 2023-09-05

I Sverige har miljöeffekter av havsbaserad vindkraft hittills mest setts som en lokal påverkan i närheten av vindparkerna, i synnerhet under anläggningsfasen. Effekterna är dock mer omfattande än så, och innefattar även driftsfasen. Under vattenytan bromsar fundamenten vattenströmmar och skapar turbulens som blandar olika vattenskikt. Ovan ytan minskar vinden bakom vindparken, vilket i sin tur påverkar strömmar och skiktning i havets ytskikt. Båda dessa effekter kan påverka hydrografi, biogeokemi och pelagiska ekosystem långt utanför en vindparks yttre gränser.

Om inflödet av salt- och syrerikt vatten till Östersjön förändras skulle det få följder för hela Östersjöns miljö. Ökad omblandning av det inflödande vattnet kan påverka styrka och djup av den permanenta saltskiktningen i centrala Östersjön, där syrebrist samt vertikala transporter av näringsämnen är avgörande faktorer för det marina livet.

Vindkraftsfundamentens påverkan på havsmiljön

I samband med utbyggnaden av den tyska delen av vindparken Kriegers flak har Rennau et al. (2012) gjort en numerisk modellstudie av strömning runt vindkraftsfundament. Ett scenario motsvarande då gällande planerad vindkraftsutbyggnad (2009) i sydvästra Östersjön visar en salthaltsminskning på 0,1–0,3 g/kg i Arkonabassängen, men en mycket liten förändring längre in i Östersjön. I studien ingår inte vindkraftsutbyggnad i Öresund, Stora Bält och södra Kattegatt, vilken också skulle kunna ha en effekt på tillflödet och uppblandningen av saltvatten till Östersjön.

Ännu finns ingen heltäckande studie på effekten av havsbaserad vindkraft för hela Östersjöns hydrografi och biogeokemi. En nyligen publicerad studie över södra Nordsjön (Christiansen et al. 2023) visar att fundamenten vid redan existerande vindparker signifikant påverkar regionala strömmar och skiktning med en förändring som är jämförbar med årlig och flerårig variabilitet, och att förändringen kommer att öka med planerad utbyggnad av vindkraft i området.

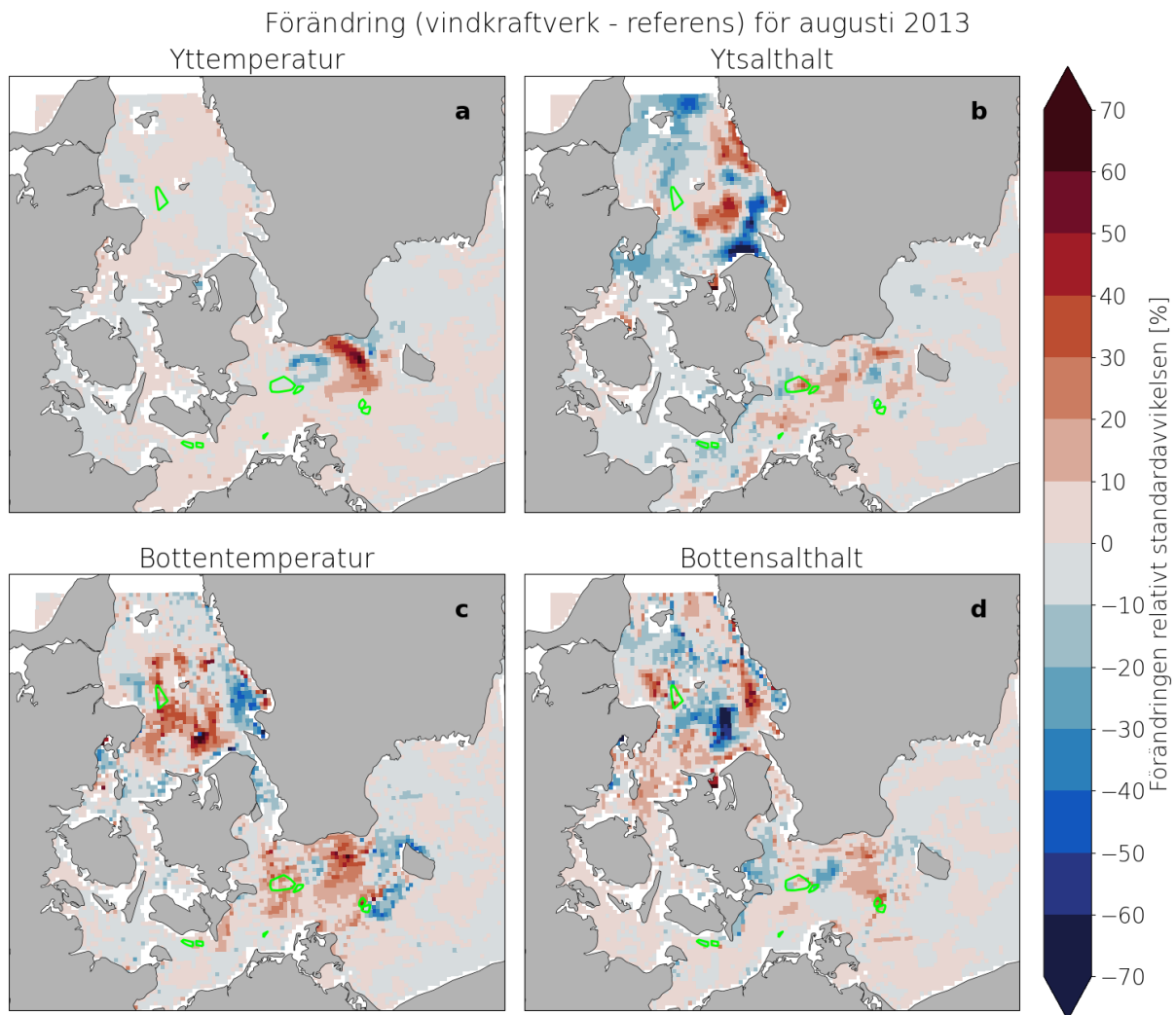
Förändring av vindförhållandena påverkar havsmiljön

Havsbaserade vindkraftverks påverkan på vinden ger effekter även under havsytan. Rotorerna drar ut energi ur vinden (orsaken till att vindkraftsverken existerar) vilket beroende på väderläget minskar vindarna upp till 5–15 % så långt som 30 km bakom en vindpark. Enligt Broström (2008) samlas ytvatten på ena sidan av området, på andra sidan väller djupvatten upp.

Två modellstudier av södra Nordsjön (Christiansen et al. 2022, Daewel et al. 2023) visar att påverkan på vindfälten från redan existerande havsbaserad vindkraft orsakar förändringar av strömmar, skiktning och blandning i havets ytskikt som sprider sig långt utanför vindparkerna. Enligt studierna förändras även primärproduktionen upp till 10 %, mest i stabilt skiktade områden medan det starka tidvattnet i Nordsjön minskar effekten. Det finns ännu ingen färdig studie av detta i Östersjön, men betydande effekter kan förväntas då tidvattnet är svagare och skiktningen starkare än i Nordsjön.

SMHI gör modellstudie av vindkraftens miljöpåverkan i Östersjön

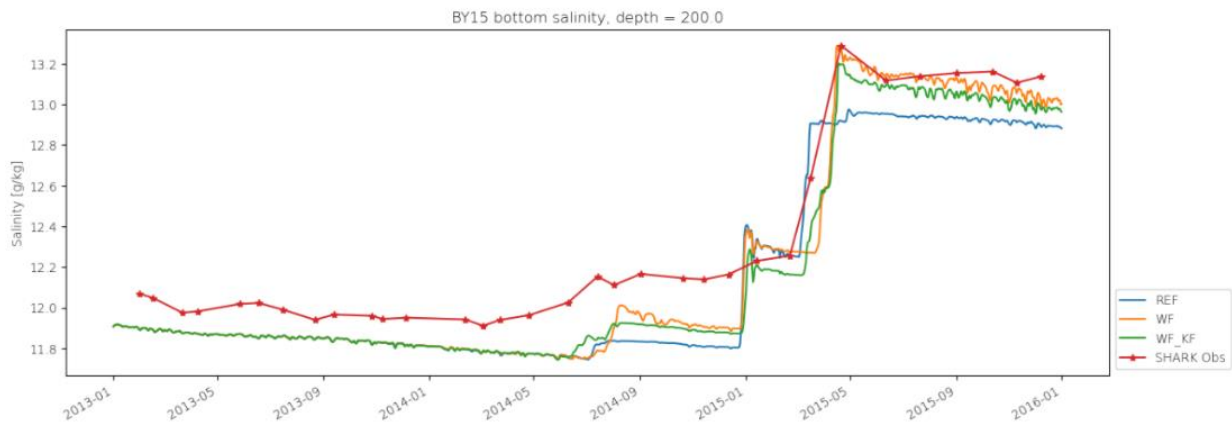
SMHI har nyligen fått i uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten att modellera de hydrografiska effekterna av planerad havsbaserad vindkraft. Detta arbete ska ingå som en del av den slutliga konsekvensbedömningen av de nya havsplanerna. Preliminära resultat (Fig. 1) över effekten av existerande vindparker i Kattegatt, Öresund och Bälten samt Arkonabassängen visar en viss påverkan på salthalt och temperatur både vid ytan och vid botten. Modellresultaten visar en tydlig regional påverkan av vindparkerna där effekterna spridit sig långt bortom parkernas yttre gräns.



Figur 1: Förändringar orsakade av existerande vindparker (markerade med grön kontur) i Kattegatt, Öresund och Bälten samt Arkonabassängen för augusti 2013 som procent av standardavvikelsen för augusti för perioden 1961 - 2016. Figuren visar en tydlig regional påverkan på salthalt och temperatur både vid ytan och vid botten i det modellerade området. Augusti 2013, är ett år med medelmåttiga vindar på sommaren.

För att undersöka hur existerande vindparker i Östersjöns mynningsområde påverkar förnyelsen av djupvatten i de centrala delarna har SMHI även tittat på det stora inflödet vintern 2014–2015. I Fig. 2 visas observerad samt modellerad salthalt på 200 m djup i Östra Gotlandsbassängen. Preliminära resultat ger en påtagligt högre salthalt efter inflödet i de två körningarna med vindkraft jämfört med körningen utan. En hypotes kan vara att påverkan från vindkraften minskar blandningen när djupvattnet flödar längs botten i södra Östersjön. En sådan ökning av salthalten skulle kunna ha en negativ inverkan på syresituationen i Östersjön, då den ger en starkare skiktning i djupvattnet vilket

ökar tiden innan ett nytt inflöde kan ske. Blandningen från vindkraftsfundamenten, som inte har inkluderats i dessa preliminära modellkörningar, skulle dock verka åt motsatt håll.



Figur 2: Salthalter på 200 m djup vid stationen BY15 i Östra Gotlandsbassängen från observationer (röd), modellkörning utan vindkraft (blå), modellkörning med vindparker enbart vid Kriegers flak (grön), samt modellkörningen i Fig. 1 med existerande vindparker i hela inflödesområdet (orange). En viss avvikelse finns mellan modell och observationer, men modellen representerar ändå inflödet bra. Figuren visar en högre salthalt i de två körningarna med vindkraft jämfört med körningen utan.

Slutsatser

Dessa preliminära resultat visar att existerande vindkrafts påverkan på vinden orsakar signifikanta förändringar i salthalt och temperatur i Östersjöns mynningsområde. Det är också tydligt att effekterna påverkar ett område större än de lokala vindparkernas yttre gräns. Förändringarna kan ses som små jämfört med naturlig variabilitet, men kumulativa effekter från andra vindparker gör att förändringarna ackumuleras. Det återstår att se hur stor den totala effekten av en storskalig vindkraftsutbyggnad blir, samt om detta kan ha en signifikant påverkan, t.ex. på syrebrist, algblomningar och ekosystem i Östersjön.

Innan en sådan utbyggnad av vindkraft sker i Östersjön och Östersjöns mynningsområde måste effekterna från planerad vindkraft, inte bara i Sverige men i hela området, undersökas. Undersökningen ska inkludera effekten av minskad vind bakom vindparkerna såväl som vindkraftsfundamentens påverkan på strömmar, blandning och biogeokemi.

Referenser:

Broström, G. (2008). On the influence of large wind farms on the upper ocean circulation. *Journal of Marine Systems*, 74(1-2), 585-591.

Christiansen, N., Daewel, U., Djath, B., & Schrum, C. (2022). Emergence of large-scale hydrodynamic structures due to atmospheric offshore wind farm wakes. *Frontiers in Marine Science*, 9, 64.

Christiansen, N., Carpenter, J. R., Daewel, U., Suzuki, N., & Schrum, C. (2023). The large-scale impact of anthropogenic mixing by offshore wind turbine foundations in the shallow North Sea. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1178330.

Daewel, U., Akhtar, N., Christiansen, N., & Schrum, C. (2022). Offshore wind farms are projected to impact primary production and bottom water deoxygenation in the North Sea. *Communications Earth & Environment*, 3(1), 292.

Rennau, H., Schimmels, S., & Burchard, H. (2012). On the effect of structure-induced resistance and mixing on inflows into the Baltic Sea: a numerical model study. *Coastal Engineering*, 60, 53-68.