

Vindkraft og kostnader i Norge

Vindindustrien slik vi kjenner den ødelegger naturområder og dreper store mengder fugl og insekter. Den forårsaker store utslipp tidlig i verdikjeden, i tillegg til å etterlate seg store mengder avfall. Og ikke minst krever den svært mye areal. Men hva koster egentlig alt dette i kroner?

Av: Jan Emblemsvåg, livsløpsanalytiker

Vindkraft varierer med vinden. Tilgangen på vindkraft styres derfor av «tilbudet» og er av den grunn et fundamentalt brudd med prinsippet om «etterspørselsstyring»¹. Dette bruddet gir en rekke kostnader som ikke kommer fram i de regnestykkene vindkraftindustrien bruker i dag². Den viktigste kostnaden som ignoreres er alternativkostnadene som påføres andre i strømforsyningen, og dette skjer i form av tapte inntekter og ekstrakostnader.

På mange måter kan vindkraften sammenlignes med en strømleverandør som lover den billigste strømmen i markedet. Problemet er at den kun fungerer når vinden blåser på riktig måte, så da må du skaffe deg en annen strømleverandør når vinden blåser for mye eller for lite.

Ja, dette er nok billig, men det har lav verdi fordi man må bruke en annen strømleverandør det meste av tiden.

Argumentet om at «dette vindkraftanlegget» gir strøm til så og så mange, er derfor misvisende. Den gir strøm til så og så mange en del av tiden, noen flere en annen del av tiden, og svært få resten av tiden. Å snakke om vindkraft ved bruk av gjennomsnittstall er svært misvisende fordi strømforsyningen er en balansekunst i nuet, som er forklart ytterligere senere i denne teksten.

På toppen har vindindustrien forhandlet seg frem til meget gunstige langtidsavtaler i det grønne skiftets navn, og dette ødelegger økonomien for mange andre som etter hvert enten legger ned eller ikke lenger får operere (slik som de tyske kjernekraftverkene).

Resultatet er et energisystem som blir mer og mer ustabilt³ og derfor dyrere. Dessuten må vi ikke glemme at kostnadene ved store brudd i strømforsyningen er i milliardklassen. Internasjonale forhold er gode pekepinner på hvor dette går hen.

¹ Det er et fundamentalt prinsipp i all god kostnadsstyring, se Cooper, R. (1990). "Explicating the Logic of ABC." *Management Accounting (UK)*(November): pp. 58-60.

² For grundige diskusjoner med case, se her;

- Emblemsvåg, J. (2020). "On the levelized cost of energy of windfarms." *International Journal of Sustainable Energy* 39(7): pp.700-718.
- Emblemsvåg, J. (2021). "On the levelized cost of energy of Solar Photovoltaics." *International Journal of Sustainable Energy* 40: <https://doi.org/10.1080/14786451.14782020.11867139>

³ I Tyskland har sannsynligheten for mindre strømbrudd økt som en konsekvens av fornybare energikilder, sier Hans-Walter Borries, viseformann i kritisk infrastruktur foreningen BSKI, se Knight, B. (2019). Berlin blackout raises questions over Germany's power grid. DW. <https://p.dw.com/p/3EGr4>

Innhold

1: Internasjonale forhold rundt vindkraft (s. 3)

2: Vindkraft og vannkraft (s. 5)

3: Eksternaliteter ved vindkraft (s. 10)

4: De langsiktige konsekvensene (s. 15)

5: Sammendrag (s. 19)

1: Internasjonale forhold rundt vindkraft

Alle steder der vindkraft får en stor andel av strømproduksjon opplever de høye kostnader. Se til Ontario⁴ og mange andre steder, men Tyskland og Irland er gode eksempler på hver sin måte. Figur 1 er fra Tyskland og viser hva som har skjedd med prisnivået.

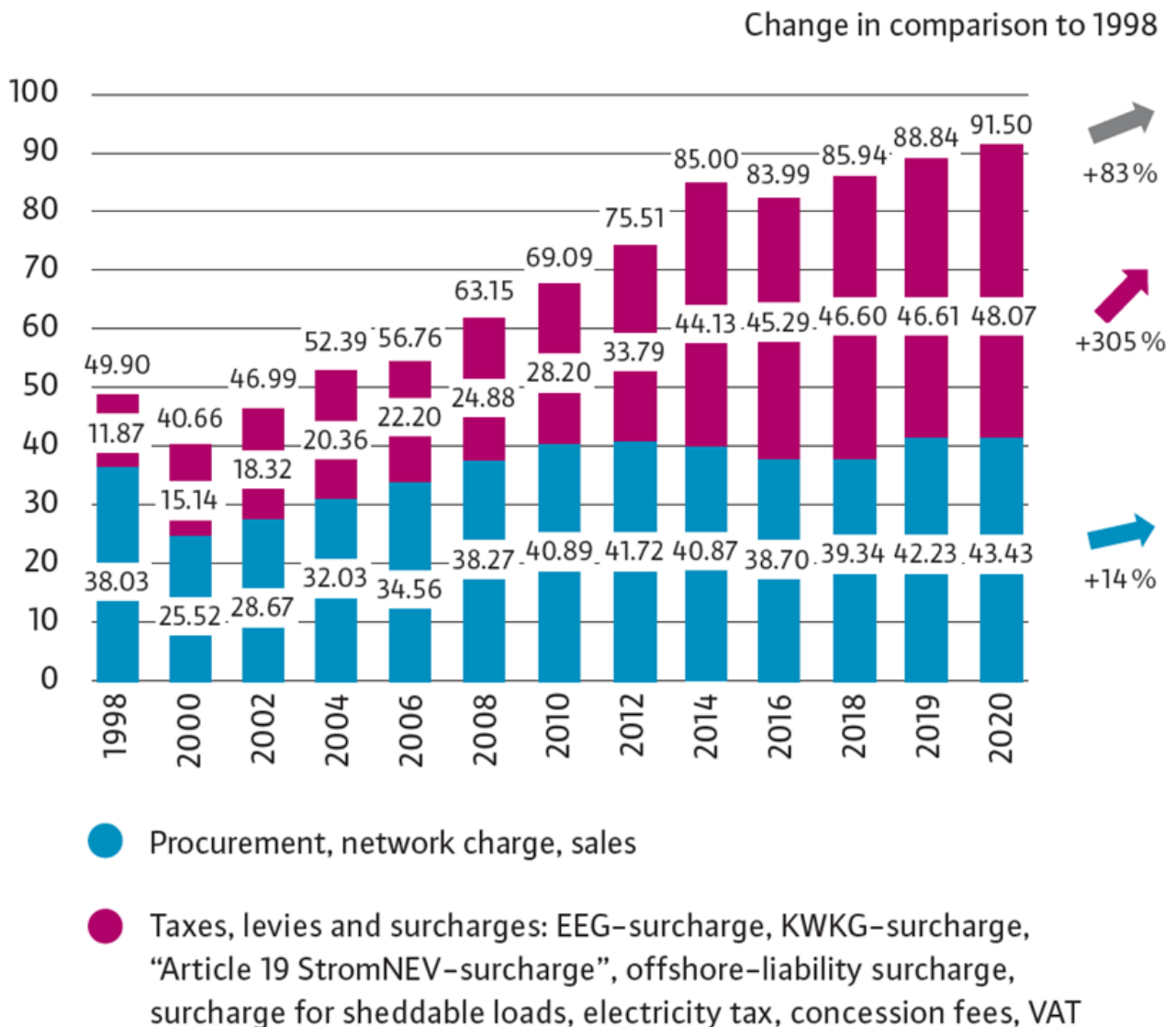


Fig. 1: Gjennomsnittlig elektrisitetspris [EUR ct/kWh] for en tysk husstand. Kilde (BDEW 2020)⁵.

Fram til 2015 ble fornybarindustrien i Tyskland subsidiert med 125 milliarder euro⁶. I perioden 2015-2019 økte subsidiene med ytterligere 160 milliarder euro, og resultatene er ekstremt i disfavør av kostnadene, sier Tysklands riksrevisor⁷.

⁴ For et godt sammendrag, se for eksempel <https://financialpost.com/opinion/boondoggle-how-ontarios-pursuit-of-renewable-energy-broke-the-provinces-electricity-system>

⁵ BDEW 2020. Energy Market Germany 2020. Berlin, BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft).

⁶ Andor, M. A., M. Frondel and C. Vance (2017). "Germany's Energiewende: A Tale of Increasing Costs and Decreasing Willingness-To-Pay." *IAEE Energy Forum* (Fourth Quarter): pp.15-18.

⁷ Dohmen, F., A. Jung, S. Schultz and G. Traufetter (2019). German Failure on the Road to a Renewable Future. Der Spiegel. Hamburg. <https://www.spiegel.de/international/germany/german-failure-on-the-road-to-a-renewable-future-a-1266586.html>

2020 ble et nytt rekordår for subsidier med hele 30.9 milliarder euro⁸. Resultatet for tyskerne er at elektrisitetsprisene er omtrent 45 prosent over europeisk gjennomsnitt⁹ og de vil fortsette å øke¹⁰. I sin siste rapport er kritikken fra den tyske riksrevisjonen enda krassere – de sier at den såkalte grønne omstillingen, Energiewende er en trussel mot den tyske økonomien, Tysklands industri og befolkning¹¹. Dessverre kommer det ytterligere 20,000 til 35,000 milliarder kroner i kostnader i framtiden¹².

En av verdens fremste energiekspert, Vaclav Smil, skriver at i 2000 hadde Tyskland en installert kapasitet på 121 GW med en strømproduksjon på 577 TWh¹³. I 2019, hadde Tyskland 80 prosent mer kapasitet (218 GW), men strømproduksjonen økte kun med 5 prosent (607 TWh) relativt til produksjon i 2000. Dette er en svært omfattende investering i kapasitet, men med katastrofal dårlig utnyttingsgrad. Grunnen er at vind og sol er ustabile kraftkilder.

Irland har også noen av de høyeste energiprisene i Europa, kun slått av Tyskland, Danmark og Belgia¹⁴. Irland har i tillegg rekord når det gjelder fornybarandel i strømforsyningen, men effekten på utslipp er begrenset, og de vil aldri klare å etablere en lav-karbon strømforsyning fordi hele strømforsyningen er avhengig av naturgass for stabilitet og produksjon av elektrisitet. Faktisk har veksten av vindkraft ført til omtrent en like stor vekst i naturgassforbruk slik at i mange land er vindindustrien og gassindustrien nære allierte¹⁵.

Utslippsreduksjonene er også små i forhold til kostnadene – også i Tyskland. Avisen Frankfurter Allgemeine skriver¹⁶ at med subsidierekorden i 2020 og kun en reduksjon på 80 millioner tonn¹⁷, kunne Tyskland ha kjøpt kvoter i det europeiske kvotesystemet på hele 1,24 milliarder tonn(!). Utslippsreduksjoner og kostnader er med andre ord ute av alle proporsjoner.

Når vindkraften koster så mye internasjonalt og utslippsreduksjonene er så marginale, hvorfor skal Norge satse på å bygge ut vindkraft til eget forbruk og eventuell eksport?

⁸ <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klima-energie-und-umwelt/30-39-milliarden-euro-oekostromfoerderung-erreicht-rekord-17141915.html>

⁹ Pflugmann, F., I. Ritzenhofen, F. Stockhausen and T. Vahlenkamp (2019). Germany's energy transition at a crossroads. McKinsey & Company.

¹⁰ Wetzel, D. (2019). Offshore-Wind treibt Strompreise nach oben (in German) (Offshore wind is driving up electricity prices). Die Welt. Berlin.

¹¹ Se den svært kritiske rapporten; Bundesrechnungshof (2021), Bericht nach § 99 BHO zur Umsetzung der Energiewende im Hinblick auf die Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit bei Elektrizität (Report according to § 99 BHO on the implementation of the energy transition with regard to security of supply and affordability of electricity), Bundesrechnungshof: Bonn.

¹² Dohmen, F., A. Jung, S. Schultz and G. Traufetter (2019). German Failure on the Road to a Renewable Future. Der Spiegel. Hamburg: <https://www.spiegel.de/international/germany/german-failure-on-the-road-to-a-renewable-future-a-1266586.html>

¹³ Smil, V. (2020). "Energiewende, 20 Years Later." IEEE Spectrum 57(12): pp.22-23.

¹⁴ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics

¹⁵ Se Devlin, J., et al. (2017), Gas generation and wind power: A review of unlikely allies in the United Kingdom and Ireland. Renewable and Sustainable Energy Reviews 70: p. 757–768.

¹⁶ Se Zaboji, N. (2021). Ökostromförderung erreicht Rekord (Green electricity subsidies reach record). Frankfurter Allgemeine. Frankfurt: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klima-energie-und-umwelt/30-39-milliarden-euro-oekostromfoerderung-erreicht-rekord-17141915.html>

¹⁷ Som selvsagt henger sterkt sammen med Covid-19 og fallet i forbruk under pandemien.

2: Vindkraft og vannkraft

Situasjonen for Norge er annerledes enn for mange andre land på grunn av vannkraften, blir det ofte sagt. Det er potensielt noe sannhet i dette, som vi skal se, men ikke slik det er i dag. Analyser av timesdata for det norske kraftsystemet i 2019 og 2020 gir nemlig flere interessante funn.

Det er en svak positiv sammenheng (korrelasjon) mellom vindkraft og vannkraft, dvs at når vannkraftproduksjonen øker så øker vindkraftproduksjonen knapt. Med andre ord, vannkraft blir ikke brukt som batteri til vindkraft. Da burde korrelasjonen vært merkbart negativ. Det er prisene i markedet som betyr noe.

Skal vannkraften fungere som batteri til vindkraften må det inngås forpliktende innkjøpsavtaler mellom vindkraftanleggene og vannkraftverkene. Det betyr at vindkraftanleggene må kjøpe kapasitet med vannkraftverkene på forhånd slik at vindkraften sammen med den innkjøpte andelen av vannkraften kan garantere for eksempel 80 prosent av installerte vindkrafteffekt ut på markedet til enhver tid. Dette gir en finansiell risiko som betyr at vindkraften blir dyrere. Nå skal det legges til at det er inngått noen avtaler i landet mellom vindkraftanlegg og vannkraftanlegg som har forbedret denne situasjonen noe, men det er på en så liten andel at det ikke viser i tallene for Norge.

Dessuten burde vindindustrien dekke de økte vedlikeholds- og slitasjekostnadene hos vannkraftverkene siden disse skal dekke hurtige/uforutsigbare variasjoner produsert av vindkraftanleggene¹⁸. I dag blir disse kostnadene overført urettmessig til vannkraftverkene.

Så har vi noen som mener at elektriske batterier er veien. Detaljert analyse viser at det blir ekstremt dyrt, og det å bruke elbiler som batterier er heller ikke realistisk. Analyse fra USA viser at dette kan gi bare tre timer med gjennomsnittlig strømforsyning¹⁹. Etterpå, når disse kjøretøyene skal lades, blir problemet enda større enn det var.

For det andre så er vindkraftproduksjonen svært varierende (se Figur 2). Den vertikale akse i Figur 2 viser antall MWh (eller tusen kWh), mens den horisontale akse viser antall timer regnet fra nyttår slik at 4759 er time nummer 4.759 regnet fra nyttåret kl 00:00. Hele den horisontale akse dekker altså ett år, time for time. 2020 er presentert over 2019 slik at de to grafene er direkte sammenlignbare tidsmessig.

I 2019 var det norske strømmarkedet i balanse på årsbasis, men det var store volumer med import og eksport i løpet av året. I 2020 ble det mye eksport i hovedsak på grunn av et vått år. Utfordringene ved dette er at prisnivået i Norge blir i økende grad drevet av prisnivået i Europa. Det er tydelig fra Figur 3 i og med at prisene har økt omtrent 32 prosent mer en inflasjonen skulle tilsi. Dette skyldes delvis import/eksport og delvis subsidier. Den venstre delen av grafen frem til ca 2015 er i hovedsak drevet av import/eksport effekten, mens fra 2015 og utover kommer subsidiene til vindkraften på toppen. Det er vanskelig å beskrive effektene veldig klart da Norge er en del av et større marked (Nordpool), men Figur 3 gir en indikasjon. Subsidier diskuteres mer senere.

Situasjonen i Figur 2 kan også presenteres som i Figur 4. Ved å sortere dataene etter fallende verdier på etterspørsel (størst først og minst til slutt), ser vi i den øverste figuren at det er vannkraften som følger etterspørselen, men at vindkraften ligger som «støy» i bunnen. I den nederste figuren i Figur 4 under er etterspørselsdataene fjernet og dataene er sortert etter fallende vannkraftproduksjon (størst først og minst til slutt). Da ser vi at eksport er også drevet av vannkraft, mens vindkraften atter en gang ligger på bunnen som «støy».

¹⁸ Situasjonen beskrevet i denne referansen, vil selvsagt bli mye verre siden vindkraft medfører mye mer opp/ned ramping, <https://www.geoforskning.no/nyheter/grunnforskning/2492-30-ar-med-rovdrift>

¹⁹ Se Shaner, M. R., S. J. Davis, N. S. Lewis and K. Caldeira (2018). "Geophysical constraints on the reliability of solar and wind power in the United States." *Energy & Environmental Science* 11: pp.914-925.

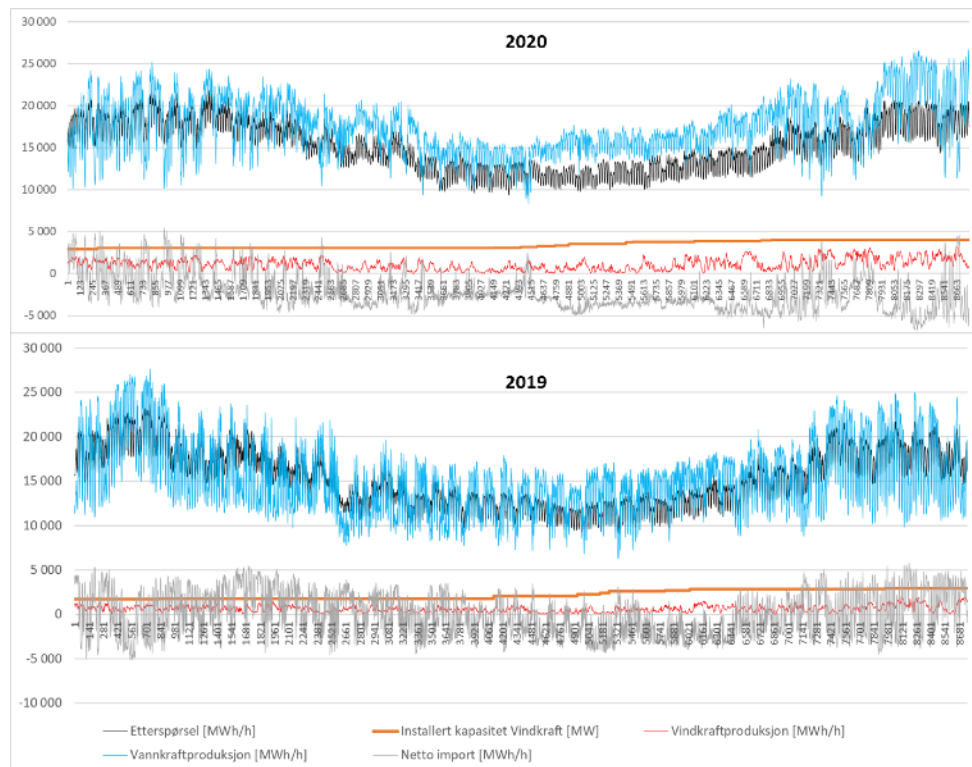


Fig. 2: Etterspørsel og produksjonsdata med 1 times oppløsning for hele 2019 og 2020 i Norge (data er fra NVE og Statnett og kalkulert av undertegnede).

Vindkraften er med andre ord relativt frikoblet fra etterspørselen. Korrelasjonen mellom vindkraftproduksjonen og etterspørselen er faktisk bare på 30 prosent, noe som skyldes at i Norge har vi mest vind i vinterhalvåret når vi også brukes mest strøm. Korrelasjonen mellom vannkraftproduksjonen og etterspørselen er på hele 70 prosent, mens vannkraftproduksjonen har bare 10 prosent korrelasjon med vindkraftproduksjonen.

Fra dette skjønner vi at vannkraften ikke blir benyttet som batteri for vindkraften, og at vindkraften i liten grad evner å tilfredsstille etterspørselen. Det eneste positive med vindkraftproduksjonen i Norge er at den produserer mer i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret. Dessverre er ikke produksjonen pålitelig slik at man kan ikke stole på vindkraften som energikilde selv i den delen av året med mest vind.

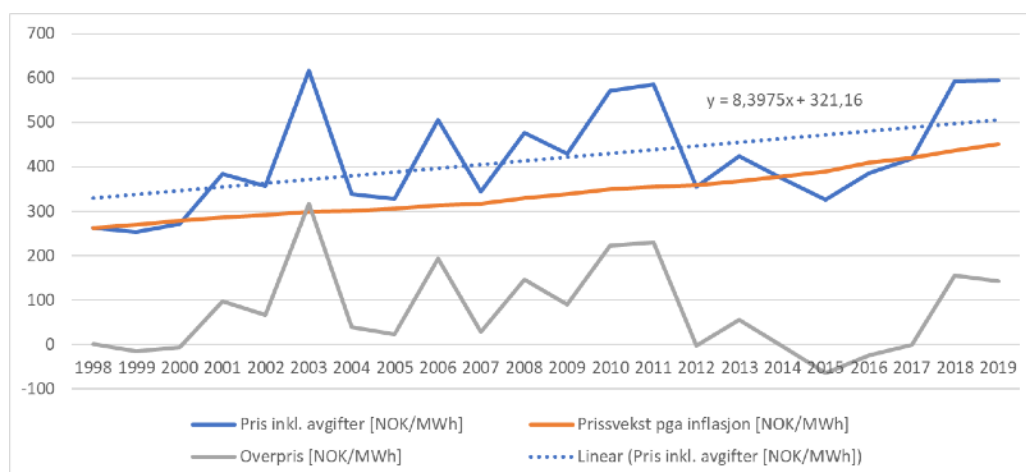


Fig. 3: Inflasjon kontra spotprisutvikling for elektrisitet fra 1998 til og med 2019 (data er hentet fra SSB, og er kalkulert av undertegnede).

Dette kan også vises ved å sammenligne de to kurvene for vindkraftproduksjon for 2019 og 2020 (se Figur 5). Som vi ser, er produksjonsøkningen på det gunstigste relativt stor – omtrent 1.000 MWh per time. Den tredjedelen av grafen som ligger til høyre (i den stiplede boksen) viser problemet. Til tross for den kraftige økningen i installert vindkraftkapasitet fra 2019 til 2020, så er

produksjonen – når det er lite vind – like dårlig nesten uansett hvor mange vindturbiner man har. Det henger sammen med den åpenbare, enkle faktum at når det er vindstille står alle turbiner stille.

Den eneste reelle måten å løse denne utfordringen på er å bygge ut vind over store geografiske områder med ulike værforhold. Dessverre snakker vi da om enorme landområder. Til og med det kontinentale USA er for lite til å sikre en slik geografisk diversifisering av produksjonen²⁰. Selv om man skulle få til en slik geografisk diversifisering ved å knytte hele det europeiske kontinentet sammen, så har man fremdeles ikke løst problemet med den fluktuerende produksjonen. Et annet studie²¹ viser at man trenger fire vindkraftanlegg for å klare å sikre produksjonen fra ett eneste under de alle mest ideelle forholdene.

Dette betyr i klartekst at dersom man skal kunne produsere 100 MW med veldig høy pålitelighet – slik som med vannkraft – så trenger man 4 stk vindkraftanlegg på hver 100 MW fordelt geografisk slik at de aldri opplevde det samme værsystemet. Man skal ikke ha sett mye på værmeldingene over Europa før man skjønner at dette er svært vanskelig å få til.



Fig. 4: Vindkraftens effekt i strømforsyningen i vindkraftens toppår 2020 (data er hentet fra NVE og Statnett, og er kalkulert av undertegnede).

Likevel hevder enkelte at fordi el-sertifikatene fikk nesten null verdi i 2020 trenger vindkraftbransjen ingen subsidier. Det er et utsagn basert på et sirkulært argument fordi det er fornybarkraften i Europa som har medført sterkt økte priser, og selvsagt trenger man da ikke subsidier i normal forstand. Dette er åpenbart, fordi;

²⁰ Se den grundige analysen av Shaner, M. R., S. J. Davis, N. S. Lewis and K. Caldeira (2018). "Geophysical constraints on the reliability of solar and wind power in the United States." *Energy & Environmental Science* 11: pp.914-925.

²¹ Se Emblemavåg, J. (2020). "On the leveled cost of energy of windfarms". *Int. Journal of Sustainable Energy*. doi.org/10.1080/14786451.2020.1753742.

«...1% increase in the exporter's electricity price reduces energy trade by an average of 0.7%, whereas a similar increase in the importer's electricity price increases energy trade by an average of almost 1%»²².

Overnevnte betyr at elektrisitetshandelen er sensitiv til strømprisene og vice versa slik at når strømprisene i Norge har økt mer enn inflasjonen skulle tilsi må det skyldes importert prisnivå tidligere om årene mens nå har det også fått et lokalt tilsnitt av subsidier av vindkraften.

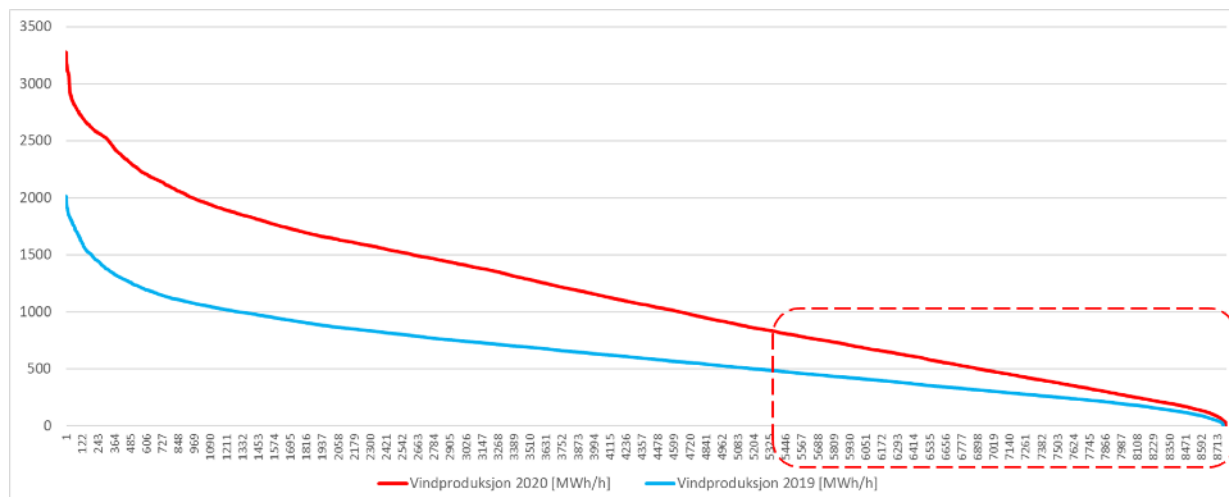


Fig. 5: Vindkraftproduksjon i Norge organisert etter fallende produksjon for hver time i 2019 og 2020. NB! Kurvene er uavhengig av hverandre slik at de viser ikke produksjonen ved et visst tidspunkt i forhold til hverandre, men produksjonen gjennom et helt år i forhold til hverandre.

Nødvendigheten av subsidier kan lett påvises uten å gå til Tyskland der subsidiene er svært store. Det gir høye priser på kontinentet som gir gode eksportpriser til den norske kraftbransjen og stort overskudd. I UK kom en artikkel²³ der forfatterne hevder at vindbransjen snart vil gi noe tilbake til samfunnet i form av «negative subsidier». Artikkelen går i den samme sirkulære fellen. Kort sagt; de antar at prisnivået er uavhengig av dem selv for så å argumentere med at de ikke trenger subsidier.

Dersom forfatterne hadde et gyldig argument, er det i alle fall rart at ved gjennomgang av regnskapene til alle danske- og britiske vindkraftanlegg finner man økende kostnader over tid og det stemmer dårlig med kraftbransjens påstander²⁴. Andre forskere finner ved gjennomgang av 29 vindkraftanlegg i UK at de reelle kostnadene er omtrent dobbelt så høye som de som bransjen bruker utad i form av LCOE (gjennomsnittlig livsløpskostnad for energi) tall²⁵.

²² Sitat fra Batalla-Bejerano, J., J. Paniagua and E. Trujillo-Baute (2019). "Energy Market Integration and Electricity Trade." *Economics of Energy & Environmental Policy* 8(2): pp. 53-67.

²³ Se Jansen, M., et al. (2020), Offshore wind competitiveness in mature markets without subsidy. *Nature Energy*. 5: pp. 614–622.

²⁴ Se analysen i rapportene 1) Hughes, G. (2020), *Wind Power Economics Rhetoric & Reality - Volume I; Wind Power Costs in the United Kingdom*, Renewable Energy Foundation: Salisbury, og 2) Hughes, G. (2020), *Wind Power Economics Rhetoric & Reality - Volume II; The Performance of Wind Power in Denmark*, Renewable Energy Foundation: Salisbury.

²⁵ Se Aldersey-Williams, J., I.D. Broadbent, and P.A. Strachan (2019), Better estimates of LCOE from audited accounts - A new methodology with examples from United Kingdom offshore wind and CCGT. *Energy Policy*. 128: p. 25-35.

Grunnen til denne store forskjellen er at vindkraftindustrien bruker en smal definisjon av kostnader til tross for at denne definisjonen er godt dokumentert å være svært misvisende²⁶. Denne smale definisjonen gir dem fordelaktige tall, men tallene er fundamentalt misvisende. For Norge har de praktiske konsekvensene av dette hatt mindre effekt hittil siden vindkraften totalt sett utgjør en liten andel av strømforsyningen og koster i dag omtrent det samme som vannkraft²⁷ når man ikke tar med alle alternativkostnadene.

Vi kan likevel prøve å anslå hva dette betyr i norsk sammenheng. Siden vi ikke klarer å skille subsidiene i Norge fra gevinsten ved eksport og prisen ved import, og fordi vi har et felles marked (NordPool), må vi se alt under ett. Antar vi en fornuftig utvikling av elektrisitetsprisene – som over tid burde ha fulgt inflasjonen angitt med trendlinjen i Figur 3 – finner vi en overprising i markedet på 32 prosent. Bruker vi tallene for 2019 utgjør dette 19,1 milliarder kroner. El-sertifikatene utgjør ytterligere 1,5 milliarder kroner. Avrundet koster altså gildet ca 20 milliarder i året.

Når andelen vindkraft øker i framtiden, vil konsekvensene bli større og større og langt mer synlige som alle andre steder der vindkraft utgjør en stor andel av strømforsyningen. Derfor, må vi forvente en økning i strømvavgifter, fastleddavgifter og liknende avgifter gjerne forsøkt skjult med det argumentet at linjenettet må moderniseres. At linjenettet må moderniseres uansett stemmer til en viss grad, men det skyldes i hovedsak variasjonen i vindkraftproduksjonen og at forbruket ligger ofte langt unna der vindkraften produseres. Dette betyr at linjenettet må dimensjoneres for å håndtere den store strømprduksjonen når det blåser mye, og det blir mer geografisk omfattende siden vindkraftanleggene ligger spredt rundt omkring.

En annen faktor å ta med i diskusjonen rundt økende fastleddavgifter (o.l.) er at negative priser – som vi har sett pga overproduksjon av elektrisitet i 2020 – vil ramme andre kraftprodusenter hardt fordi vindkraftprodusentene som regel har prisgarantier i sine kontrakter, mens de andre ikke har det. For å hindre at disse andre kraftprodusentene går konkurs må de sikres inntekter på annet vis, og da er fastleddavgifter et alternativ. Grunnen til at man ikke kan la disse produsentene gå konkurs er at vindkraften er så pass upålitelig at om man trenger reservekapasiteter ellers vil det medføre strømbrydd. Dette er med andre ord et godt eksempel på en alternativkostnad som vindkraften påfører de andre, og derved også samfunnet.

Når det er dårlig med vind blir utfordringene tilsvarende for linjenettet. I 2020 var timesproduksjon for vindkraft så lav som 8,3 MWh/h på et spesifikt tidspunkt(!). Det er på størrelse med et elvekraftverk. Skal det kompenseres for dette må man sikre strømtilgang fra fjernt og nært for å sikre strømtilførselen lokalt, men Norge utgjør et altfor lite geografisk område til å sikre strømtilførselen ved utbygging av linjenettet, som nevnt tidligere. Det skyldes kort og godt at værssystemene ofte har stor geografisk utbredelse. Når vindturbinene står stille en plass, står de stille mange andre plasser også. Løsningen på dette er import eller pålitelig produksjon slik som kjernekraft.

Etter at tyskerne har lagt ned sine kjernekraftverk og satset på fornybar energi, har de fått erfare dette så mange ganger at de har gitt situasjonen det beskrivende navnet «Dunkelflaute»²⁸ (mørkt og stille). Kombinasjonen av lite sollys og vindstille når det er kaldt høytrykksvær om vinteren er

²⁶ Saken gjelder bruken av Levelized Cost of Energy (LCOE) der bransjen tar en smal, bedriftsøkonomisk vinkel og ignorerer glatt at andre får kostnader på grunn av dem. Derfor har flere tatt til orde for å begynne å se på hele systemet og derfor er begrepet Systems LCOE introdusert av bl.a. Ueckerdt, F., et al. (2013), System LCOE: What are the costs of variable renewables? Energy. 63: p. 61-75.

²⁷ Se for eksempel Buvik, M., J. Hole, H. Horne, A.M. Østenby, V. Koestler, O.K. Isachsen and T.B. Ericson (2019). Kostnader for kraftproduksjon 2018.Teknologianalyser 2019. Oslo, Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE). http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2019/faktaark2019_2007.pdf

²⁸ Først brukt i 2014 av Borggrete, F., T. Pregger, H.C. Gils, K.-K. Cao, M. Deissenroth, S. Bothor, M. Blesl, U. Fahl, M. Steurer and M. Wiesmeth (2014). Kurzstudie zur Kapazitätsentwicklung in Süddeutschland bis 2025 unter Berücksichtigung der Situation in Deutschland und den europäischen Nachbarstaaten. Stuttgart, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Systemanalyse und Technikbewertung and Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart.

en uoverkommelig problemstilling for fornybar energi, og vannkraften klarer ikke å kompensere for dette verken i Norge eller Europa.

Vinteren 2021 – med de høye strømprisene mange fikk erfare – burde gi oss alle et varsel. Med 20 prosent av norske husholdninger avhengig av strøm til alt²⁹, så utgjør den økte avhengigheten av vindkraft kombinert med lite vind når det er kaldt om vinteren en stor samfunnsrisiko. Denne risikoen kan fort inntreffe når man attpåtil vet at kontinentet kommer til å miste ca 100 GW med pålitelig kapasitet de nærmeste årene³⁰. Til eksempel kommer Tyskland til å gå fra nettoeksportør til nettoimportør³¹.

Så hvem i Europa skal til slutt ha overskudd til å redde resten? Det er på tide at vi i Norge får en offentlig debatt basert på fakta og realisme for ellers kommer vi til å betale veldig dyrt. Andre har allerede måttet betale dyrt i form av eksternaliteter.

3: Eksternaliteter ved vindkraft

Eksternaliteter er forhold som ikke er inkludert i de økonomiske analysene, men som må dekkes av samfunnet eller naturen. Disse kan i framtiden ha vesentlige konsekvenser for liv, helse, miljø og økonomi globalt. Der er mange forhold som må belyses i denne sammenhengen for vindkraftindustrien.

For det første benytter miljøanalysene databaser og datasett der variasjon og usikkerhet rundt datakvalitet ofte ikke er forstått, der man har misforstått og/eller det hele er misbrukt³². Dessuten brukes ofte systemer med ulike systemgrenser slik at det er uklart hva som egentlig sammenlignes med hva. Variasjonene i resultater kan derfor være store³³, og de påståtte utslippsreduksjonene fra vindindustrien er derfor vanskelig å kvantifisere.

For det andre er en rekke vindkraftanlegg bygget på myr. Klimagassutslippene er ignorert i de fleste miljøanalysene til tross for at anlegg som er bygget på myr med en viss dybde gir så store utslipp at anleggene aldri kommer til å ha et positivt bidrag i klimaregnskapet³⁴. Som biokjemikeren Mike Hall sa det i 2009³⁵;

«...wind farms [bygget på myrområder] may eventually emit more carbon than an equivalent coal-fired power station».

For det tredje overser disse miljøanalysene store problemer knyttet til sjeldne jordarter (Rare Earth Elements, omtalt som «REE» på engelsk). Det finnes imidlertid noen analyser på permanente

²⁹ Ifølge NVE (2014). Oppvarming i boliger: Kartlegging av oppvarmingsutstyr og effektiviseringstiltak i husholdningene. NVE Rapport 85/2014. Oslo, Noregs Vassdrags og Energidirektorat (NVE). English; Norwegian Water Resources and Energy Directorate. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2014/rapport2014_2085.pdf

³⁰ Se Eckert, V. (2019). Does renewables pioneer Germany risk running out of power? Reuters. Frankfurt.

³¹ Se <https://www.forbes.com/sites/michaelshellenberger/2019/09/05/renewables-threaten-german-economy-energy-supply-mckinsey-warns-in-new-report/?sh=cb7e02b8e482>

³² EPA (2016). Guidance on Data Quality Assessment for Life Cycle Inventory Data. Washington, DC, U.S. Environmental Protection Agency, Combined Heat and Power Partnership.

³³ Se for eksempel Pehl, M., A. Arvesen, F. Humpenöder, A. Popp, E. G. Hertwich and G. Luderer (2017). "Understanding future emissions from low-carbon power systems by integration of life-cycle assessment and integrated energy modelling." *Nature Energy* 2(December): pp.939-945.

³⁴ Se for eksempel Smith, J., D. R. Nayak and P. Smith (2014). "Wind farms on undegraded peatlands are unlikely to reduce future carbon emissions." *Energy Policy* 66: pp.585-591.

³⁵ Sitatet er fra Pearce, F. (2009). How a wind farm could emit more carbon than a coal power station. The Guardian. London.

magneter³⁶, som brukes på store og avanserte vindturbiner og derved i økende grad sett i lys av at vindturbinene jevnt og trutt øker i størrelse. Et hovedproblem er den dårlige datakvaliteten i Kina. Til og med fabrikantene selv kan ikke være sikre på sin egen forsyningskjede i Kina, som bransjemannen Ryan Castilloux³⁷ sier at de fleste fabrikantene;

«...don't have good visibility as to the source of their REEs».

Dette er ikke vanskelig å forstå etter å ha lest om Kinas produksjonsspill³⁸. Dette er også et problem for landet fordi så mye som en tredjedel av REE levert til markedet er direkte basert på tyveri, smugling og ulovlig virksomhet³⁹.

Permanentmagnetene inneholder vanligvis neodymium, praseodymium, terbium og dysprosium⁴⁰. Typisk inneholder en gjennomsnittlig permanentmagnet i vindindustrien omtrent 28,5 prosent neodymium, 4,4 prosent dysprosium, 1 prosent boron and 66 prosent jern, og veier opp til 4 tonn⁴¹. Dessverre er permanentmagneter uten REE langt unna utviklingsmessig⁴², og det er store usikkerheter rundt gjenbruk og resirkulering⁴³. I USA alene, regner man med å bruke hele 4.600 millioner tonn REE dersom vekstmålene for vindindustrien skal nås⁴⁴.

Et annet hovedproblem er at utvinning og raffinering av REE skjer under forferdelige forhold. BBC beskriver verdens største og viktigste område – Bayan Obo, som inneholder omtrent ca 70 prosent av globale REE forekomster – som «helvete på jord»⁴⁵. Selv om ikke all utvinning skjer i Kina, er andelen raffinering i Kina nesten 100 prosent og den er usannsynlig å bli endret i

³⁶ Se for eksempel 1) Arshi, P. S., E. Vahidi and F. Zhao (2018). "Behind the Scenes of Clean Energy: The Environmental Footprint of Rare Earth Products." ACS Sustainable Chemistry & Engineering 6(3): pp.3311–3320, og 2) Marx, J., A. Schreiber, P. Zapp and F. Walachowicz (2018). "Comparative Life Cycle Assessment of NdFeB Permanent Magnet Production from Different Rare Earth Deposits." ACS Sustainable Chemistry & Engineering 6(5): pp.5858–5867.

³⁷ Sitert av Dodd, J. (2018). Rethinking the use of rare-earth elements. Windpower Monthly. London, Haymarket Media Group Ltd: <https://www.windpowermonthly.com/article/1519221/rethinking-use-rare-earth-elements>

³⁸ Les den underholdende og godt dokumenterte boken til Paul Midler (2011); "Poorly Made in China: An Insider's Account of the China Production Game". Hoboken, NJ, John Wiley & Sons.

³⁹ Hurst, C. (2010). China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn? Fort Leavenworth, KS, U.S. Army Foreign Military Studies Office.

⁴⁰ Se Alves Dias, P., S. Bobba, S. Carrara and B. Plazzotta (2020). The Role of Rare Earth Elements in Wind Energy and Electricity Mobility: An analysis of future supply/demand balances. JRC Science for Policy Report. Luxembourg, Publications Office of the European Union.

⁴¹ Se Rabe, W., G. Kostka and K. Smith Stegen (2017). "China's supply of critical raw materials: Risks for Europe's solar and wind industries?" Energy Policy 101: pp.692–699.

⁴² Ifølge Coey, J. M. D. (2020). "Perspective and prospects for rare earth permanent magnets." Engineering 6(2): pp.119–131.

⁴³ Ifølge Alves Dias, P., S. Bobba, S. Carrara and B. Plazzotta (2020). The Role of Rare Earth Elements in Wind Energy and Electricity Mobility: An analysis of future supply/demand balances. JRC Science for Policy Report. Luxembourg, Publications Office of the European Union.

⁴⁴ Ifølge Imholte, D. D., R. T. Nguyen, A. Iyer, A. Vedanatam, M. L. Brown, B. Smith, C. Anderson, B. O'Kelley and J. W. Collins (2018). An assessment of U.S. rare earth availability for supporting U.S. wind energy growth target. Idaho Falls, ID, U.S. Department of Energy, Idaho National Laboratory.

⁴⁵ Se Maughan, T. (2015). The dystopian lake filled by the world's tech lust. BBC Future. London: <https://www.bbc.com/future/article/20150402-the-worst-place-on-earth>

framtid⁴⁶. Der er også stor bekymring i forhold til utslippene av radioaktivt avfall siden REE forekomstene inneholder thorium og/eller uran⁴⁷. Gruvearbeidere som utvinner REE til fornybarindustrien utsettes for 40-80 ganger høyere doser enn gruvearbeidere i kjernekraftindustrien⁴⁸.

Denne gruvedriften truer også dyrelivet. Gruvedrift for materialer til fornybare energikilder, er mer truende for fredet og gjenværende villmark enn gruvedrift til andre formål⁴⁹.

For det fjerde trenger vi ikke dra langt for å se hvordan vindindustrien dreper store mengder liv. I Irskesjøen er det grundig dokumentert at sjøfuglbestanden falt med mellom 55 -80 prosent i nærheten av større offshore vindkraftanlegg⁵⁰. I Tyskland blir det estimert at hvert år drepes 1,200 tonn insekter⁵¹. Insektdød er et alvorlig problem globalt som vil ha store konsekvenser for menneskeheten om det fortsetter⁵². Det er hevet over enhver tvil at dette vil ha store økonomiske konsekvenser, men å beregne det er svært vanskelig.

For det femte er prinsippet med «forurensere betaler» systematisk utelatt i de økonomiske beregningene vindkraftindustrien selv bruker. Dette er en alvorlig utelatelse da det forventes at turbinblader globalt vil utgjøre 43 millioner tonn avfall innen 2050⁵³. Dette er et problem bransjen mener vil løse seg selv ved resirkulering, men fakta er at det ikke finnes industrielle gjenvinningsteknologier for dette⁵⁴. Dessuten vil avfallsproblemet bare øke ettersom rotorene vokser i takt med at volumet vokser 8 ganger for hver dobling i rotorlengde med samme material og design⁵⁵.

Kanskje vindkraftindustrien burde betale inn til et fond for opprydding slik som kjernekraftindustrien har gjort i flere tiår?

⁴⁶ Ifølge Alves Dias, P., S. Bobba, S. Carrara and B. Plazzotta (2020). The Role of Rare Earth Elements in Wind Energy and Electricity Mobility: An analysis of future supply/demand balances. JRC Science for Policy Report. Luxembourg, Publications Office of the European Union.

⁴⁷ Se Seamann, J. (2019). Rare Earths and China: A Review of Changing Criticality in the New Economy. Paris, French Institute of International Relations (ifri), Center for Asian Studies.

⁴⁸ Dette resultatet kommer fra UNSCEAR (2016). Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2016 Report, Report to the General Assembly. New York, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR).

⁴⁹ Se Sonter, L. J., M. C. Dade, J. E. M. Watson and R. K. Valenta (2020). "Renewable energy production will exacerbate mining threats to biodiversity." Nature Communications 11(4174). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17928-5>

⁵⁰ Se Hill, R. W., N. G. Morris, K. A. Bowman and D. Wright (2019). The Isle of Man Seabird Census Report on the census of breeding seabirds in the Isle of Man 2017-18 Isle of Man, Manx BirdLife.

⁵¹ Ifølge Trieb, F. (2018). Study Report; Interference of Flying Insects and Wind Parks. Stuttgart, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik, Systemanalyse und Technikbewertung.

⁵² Ifølge Sánchez-Bayo, F. and K. A. G. Wyckhuys (2019). "Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers." Biological Conservation 232: pp.8-27.

⁵³ For en grundig gjennomgang, se Liu, P. and C. Y. Barlow (2017). "Wind turbine blade waste in 2050." Waste Management 62: pp.229–240.

⁵⁴ Ifølge Job, S. (2013). "Recycling glass fibre reinforced composites – history and progress." Reinforced Plastics 57(5): pp.19-23.

⁵⁵ Ifølge Liu, P. and C. Y. Barlow (2017). "Wind turbine blade waste in 2050." Waste Management 62: pp.229–240.

Til slutt må arealbruken til vindkraftanleggene også nevnes. Det interessante er at arealproduktiviteten er omtrent konstant over flere tiår og ligger på $2,73 \pm 0,5 \text{ m}^2/\text{W}^{56}$. Dette betyr at for første gang i verdenshistorien har vi en reversering av trenden om høyere og høyere energieffektivitet⁵⁷. Det igjen betyr at tusenvis av kvadratkilometer er nødvendig om man skal bruke vindkraft i stor skala. Noe som utgjør en kostnad for turisme og andre som vindindustrien enda ikke må kompensere.

Jo mer folk det blir på jorden, og jo mer vi må utnytte naturressursene, jo mer verdifull blir den urørte naturen. Da må vi ikke redusere energitettheten. Menneskeheten trenger energikilder med høy energitetthet uten utslipp.

For å anskueliggjøre situasjonen har vi laget en figur ved hjelp av Google Maps som viser en situasjon i California der man har et nedlagt kjernekraftverk, et operativt gasskraftverk og et operativt solkraftanlegg (se Figur 6). Den lille oransje firkanten innerst i kartet er området som den store oransje firkanten viser i større detaljer med de tre kraftverkene.

Det interessante er at hele kartet (alt det grønne) er det arealet et vindkraftanlegg trenger for å produsere like mye strøm som kjernekraftverket. Da tatt i betraktning den vesentlige forskjellen med at amerikanske kjernekraftverk produserer like mye strøm som 93,5 prosent av sin teoretiske produksjonskapasitet⁵⁸, mens vindkraftanleggene i Norge i 2019 og 2020 kun klarte 30,9 prosent⁵⁹. Tar man med det faktum at værssystemene ofte er ulike over store geografiske områder, blir tallene mye verre. I 2018 produserte Isar-2 kjernekraftverket i Bayern 11,5 TWh mens til sammenligning produserte de 6.100 vindturbinene i Danmark omtrent tilsvarende (13,9 TWh)⁶⁰.

Innfelt under ser vi Oslo-området i forhold til vindkraftanlegget. Vindkraftanlegget er faktisk noe større, da til tross for at Oslo-området inneholder fjordområder. Korrigerer vi for fjordområdet betyr det i praksis at hele Oslo-området (inkludert store deler av området til Gardermoen) måtte ha vært fylt med vindturbiner for å klare å produsere like mye som kjernekraftverket når det faktisk blåser. Uten vind, er selvsagt vindkraften hjelpeløs, og da må man beslaglegge tilsvarende store arealer tre andre steder med forskjellige værssystemer (som poengtert tidligere). Man må også bygge kraftlinjer for å knytte alt dette sammen. Dessuten er det også sannsynlig at jo mer man bygger ut, jo mer arealkravende blir vindindustrien fordi man ofte bygger ut de beste vindressursene først⁶¹. På denne måten er dermed vindkraft svært arealkrevende i enhver forstand av ordet.

⁵⁶ Dette tallet fremkommer etter gjennomgang av 19 studier av van Zalk, J. and P. Behrens (2018). "The spatial extent of renewable and non-renewable power generation: A review and meta-analysis of power densities and their application in the U.S." Energy Policy 123: pp.83-91.

⁵⁷ Les den interessante boken av Vaclav Smil; Energy Transitions: History, Requirements, Prospects. Santa Barbara, CA, Praeger.

⁵⁸ Department of Energy i USA legger ut mye god informasjon om energirelaterte spørsmål, se <https://www.facebook.com/NuclearEnergyGov/photos/a.202159030360188/858272111415540>

⁵⁹ Beregnet av undertegnede med data fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/tall-og-data-fra-kraftsystemet/last-ned-grunndata>

⁶⁰ Ifølge Liebreich, M. (2019). Liebreich: We Need To Talk About Nuclear Power. BloombergNEF: <https://about.bnef.com/blog/liebreich-need-talk-nuclear-power>

⁶¹ Etter hvert som man bygger ut faller kapasitetsfaktoren slik at man trenger mer og mer areal for samme produksjon som før, se Caralis G, Rados K, Zervos A. (2010). The effect of spatial dispersion of wind power plants on the curtailment of wind power in the Greek power supply system. Wind Energy 13:339–55. <http://dx.doi.org/10.1002/we.355>

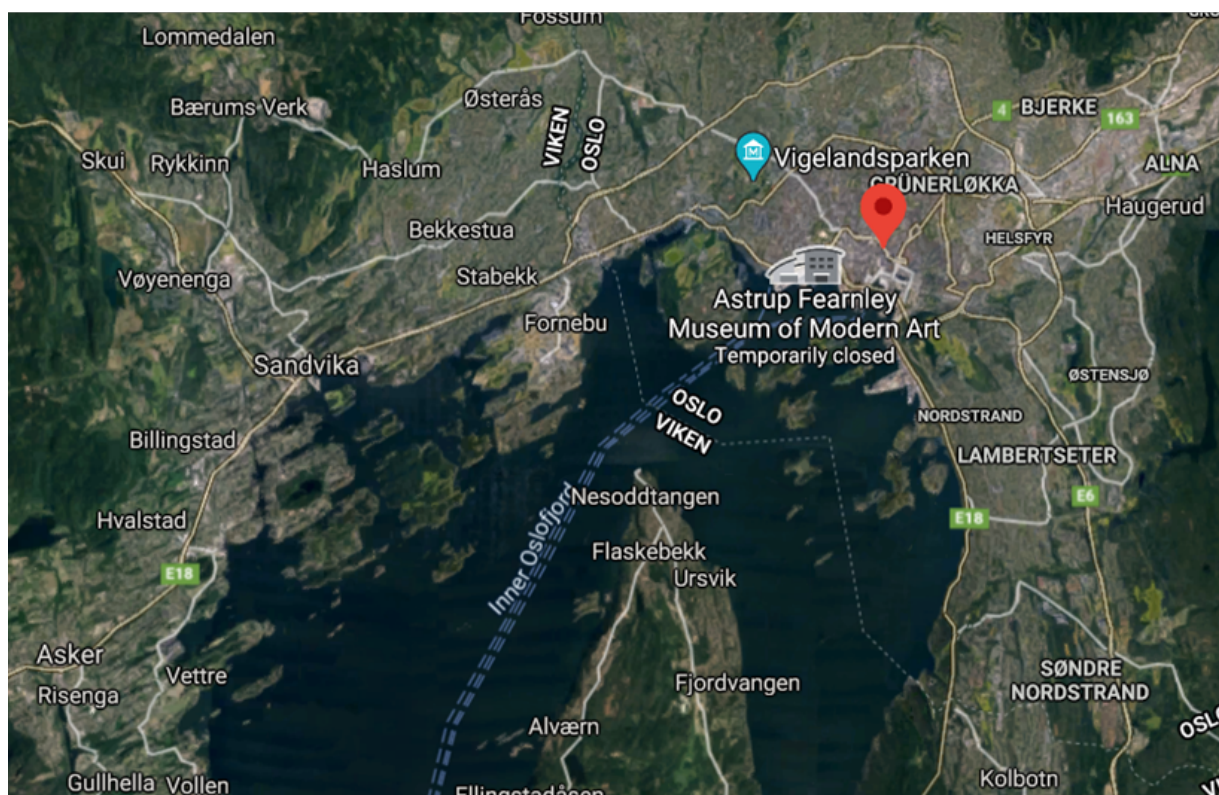


Fig. 6: Arealbehov for kjernekraft, gasskraft og solkraft (plassert i oransje rammer) i forhold til vindkraft (hele kartet) med Oslo-området som kjent referanse.

4: De langsiktige konsekvensene

Med alle de faktorene som er diskutert hittil, er det likevel ikke så vanskelig å indikere litt om de langsiktige konsekvensene. De kan vi dele inn i fire hovedtemaer som henger sammen – 1) tekniske utfordringer for kraftsystemet, 2). forsyningssikkerhet, 3). samfunnsøkonomi, 4). forbrukerpris og 5). tillit hos befolkningen.

De tekniske utfordringene ved fornybarenergi har to hovedkomponenter. Den ene oppstår fordi vindkraft, i særklasse, gir en fluktuerende produksjon, og de gode vindressursene finnes ofte langt unna forbrukerne. Dette gir et behov for økt linjeutbygging. På grunn av den fluktuerende produksjonen er behovet for økt kapasitet ved overføring av elektrisitet enda større enn ved annen kraft. Siden man trenger 4 vindkraftanlegg for å klare å sikre produksjonen til ett under ideelle forhold⁶², betyr dette at linjeutbyggingen må være svært omfattende. Som vi ser fra Figur 5, så er det ekstremt krevende å sikre nok leveranser fra vindkraft i omtrent en tredjedel av året.

Den andre hovedkomponenten oppstår fordi kraftsystemet er avhengig av synkrone energikilder for å sikre spenning og frekvens, og i dag sikres dette via rotasjonen av turbiner (brukes ved vannkraft, kjernekraft, gasskraft, kullkraft, etc). Disse turbinene har stor masse og den roterende massen gir et treghetsmoment som gjør at ved relativt store forstyrrelser i linjenettet så vil de fremdeles produsere elektrisitet ufortrødent.

Hverken vindkraft eller solkraft er synkrone energikilder. De har derfor ingen stabiliserende effekt på linjenettet og i mange tilfeller faller de av (tripper) dersom det oppstår forstyrrelser er de selv har problemer⁶³. Det betyr at plutselig kan et vindkraftanlegg falle ut av linjenettet, som igjen gir en økende risiko for at flere faller ut med mindre reservekraftbufferen er stor nok. Derfor er det nødvendig å øke reservebufferen i kraftsystemet ved økende andel fornybar energi⁶⁴. Denne problematikken har man erfart i alle linjenett med høy andel av fornybarenergi, se for eksempel UK⁶⁵. I Irland, som har det elektrisitetssystemet med høyest fornybarandel i verden⁶⁶, har det foreløpig blitt satt et tak på maksimalt 65% fornybarandel⁶⁷, med en politisk ambisjon om å oppnå 75% innen 2030⁶⁸. Selv med disse høye ambisjonsnivåene, ligger årsgjennomsnittet for fornybarandel i 2019 på kun 34%. Dette er langt unna det som kan kalles et karbonnøytralt kraftsystem.

Dette gir to valg. Enten kan man fortsette med den enorme veksten av fornybar energi, og så må man kutte produksjonen for å sikre linjenettet og betale vindkraftanleggene for ikke å produsere, eller så må man finne en annen løsning slik som kjernekraft, energiøkonomisering og andre teknologier som fungerer sikkert og pålitelig. Det sier seg selv at man aldri vil oppnå en karbonnøytral elektrisitetsforsyning ved hjelp av vindkraft, og jo større andel av vindkraft, jo dyrere bli denne løsningen.

⁶² Se Emblemsvåg, J. (2020). "On the levelized cost of energy of windfarms." *International Journal of Sustainable Energy* 39(7): pp.700-718.

⁶³ For et godt sammendrag, se <https://www.ref.org.uk/ref-blog/352-constraint-payments-to-hornsea-offshore-wind>

⁶⁴ For en god analyse, se Doherty, R. and M. O'Malley, A New Approach to Quantify Reserve Demand in Systems With Significant Installed Wind Capacity. *IEEE Transactions on Power Systems*, 2005. 20(2): p. 587-595.

⁶⁵ Se <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-01-06/u-k-electricity-grid-creaks-under-repeated-winter-pressure>

⁶⁶ Se Gaffney, F., J.P. Deane, and B.P.O. Gallachoir, Reconciling high renewable electricity ambitions with market economics and system operation: Lessons from Ireland's power system. *Energy Strategy Reviews*, 2019. 26: doi.org/10.1016/j.esr.2019.100381.

⁶⁷ Se EirGrid and SONI, Annual Renewable Energy Constraint and Curtailment Report 2019. 2020, EirGrid: Dublin.

⁶⁸ Se SEM Committee, DS3 System Services Tariffs and Scalars SEM Committee Decision. 2017, Single Electricity Market (SEM) Committee: Dublin.

Synkroniseringsproblematikken henger også direkte sammen med selve forsyningssikkerheten. Det er begrenset hvor stor reservebuffer man kan ha operativ på ethvert øyeblikk av både kostnadshensyn men også av miljøhensyn. Dette skyldes at utslippene ved termiske kraftprodusenter slik som gasskraftverk og kullkraftverk stiger fort⁶⁹ dersom de må operere med lav/ingen belastning i påvente av at de trengs når vinden gir seg. Det er med andre ord ikke mengden fornybarenergi som betyr noe, men mengden synkrone energikilder⁷⁰.

Dessverre ser det ut til at politisk ledelser rundt omkring i Europa ikke forstår dette, og ei heller deres rådgivere. Å styre en kraftforsyning er en balansekunst i nuet, og derfor er gjennomsnittstallene som brukes om norsk produksjon av vindkraft fullstendig meningsløse.

Et godt eksempel noen måneder tilbake bør nevnes. 8 januar i år var Europa minutter fra en massiv blackout, men flere i kraftbransjen i Europa er nå av den oppfatning at en massiv blackout vil komme der flere millioner kunder vil bli rammet⁷¹. Det som ofte ikke kommer frem er kostnadene med blackout. Det er ikke bare det å miste strømmen, men verre er alle maskiner og installasjoner som er sensitive for frekvensvariasjoner og spenningsfall som vil bli fysisk ødelagt. Kostnadene med blackout i Texas er nå anslått til å være opptil 45 mrd dollar⁷² (eller omtrent 400 mrd kroner). På grunn av høy etterspørsel ved kaldt vær og en rekke energikilder som ikke fungerte av ulike årsaker, falt 30% av kapasiteten ut⁷³. Strømprisene gikk opp i nesten 80 kr/kWh⁷⁴, folk døde og skadene etterpå er enorme. Med 20% av norsk husholder fullstendig avhengig av elektrisitet til absolutt alt, kan man fort begynne å se en katastrofe om noe tilsvarende skulle skje i enten den norske kraftforsyningen eller i den europeiske kraftforsyningen som vi er avhengige av. I et grundig studium av 250 prominente blackouts i perioden 1965-2012, konkluderer forskerne med at blackouts kommer oftere og varer lengre, spesielt etter 2005⁷⁵, og de blir derfor en større og større andel av risiko- og kostnadsbildet.

Når vi ser på disse to faktorene sammen, er det klart at investeringsbehovet ved fornybarenergi fremover er stort bare for å holde forsyningsrisikoen innenfor akseptable grenser (så kommer investeringskostnadene i selve strømkildene på toppen). Bare for Tyskland alene har de anslått at å fortsette på dagens kurs vil koste ytterligere 20,000 – 35,000 mrd kroner i framtiden⁷⁶, og faktisk

⁶⁹ For en detaljert studie, se NETL, Impact of Load Following on Power Plant Cost and Performance: Literature Review and Industry Interviews. 2012, US Department of Energy, Office of Fossil Energy, National Energy Technology Laboratory (NETL): Washington DC.

⁷⁰ Se Starn, J., B. Parkin and I. Vilcu (2021). "The Day Europe's Power Grid Came Close to a Massive Blackout." Bloomberg: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-2001-2027/green-shift-brings-blackout-risk-to-world-s-biggest-power-grid>

⁷¹ Se Starn, J., B. Parkin and I. Vilcu (2021). "The Day Europe's Power Grid Came Close to a Massive Blackout." Bloomberg: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-2001-2027/green-shift-brings-blackout-risk-to-world-s-biggest-power-grid>

⁷² Se <https://www.houstonchronicle.com/business/columnists/tomlinson/article/All-will-pay-for-the-Texas-Blackout-whether-the-15995120.php>

⁷³ Se <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=46836>

⁷⁴ Se <https://www.theverge.com/2021/2/19/22291426/texas-blackouts-utility-bills-electricity-cost-energy-insecurity>

⁷⁵ Se Behnert, M. and T. Bruckner (2018). Causes and effects of historical transmission grid collapses and implications for the German power system. Leipzig, Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement, Universität Leipzig.

⁷⁶ Dohmen, F., A. Jung, S. Schultz and G. Traufetter (2019). German Failure on the Road to a Renewable Future. Der Spiegel. Hamburg: <https://www.spiegel.de/international/germany/german-failure-on-the-road-to-a-renewable-future-a-1266586.html>

har den tyske riksrevisjonen i sin siste rapport sagt rett ut at hele Energiewende truer Tysklands økonomi, industri og befolkning⁷⁷.

Hva det vil koste i norsk sammenheng kommer helt an på tre faktorer. For det første, hvor stor forsyningsrisiko vil vi akseptere? Dersom vi sammenligner med dagens forsyningsrisiko, er de langsiktige konsekvensene en kombinasjon av sterkt økte kostnader og større risiko for blackouts. En måte å redusere denne risikoen på er energiøkonomisering og forbedring av dagens vannkraftverk.

For det andre, hvor avhengig vil vi være av utlandet? I 2019 gikk Norge akkurat i balanse, mens i 2020 hadde vi et godt overskudd med energibalansen ift utlandet. Ser man på detaljene derimot, var det mye import/eksport time for time, dag for dag. Skal Norge klare seg uten utlandet vil vi derfor måtte investere aggressivt innen pålitelige energikilder og gjennomføre energiøkonomisering. Det norske kraftforsyningen vil da bli risikabelt gitt at vi forventer store klimavariasjoner fremover for det betyr at tørre år og dårlig med vannkraft er en reell mulighet.

Med dagens linje, der vi bygger kabler til kontinentet og innad i Skandinavia vil vi etterhvert få samme prisnivå og forsyningsrisiko som resten av kontinentet. Da har Norge mistet sin store konkurransefordel gjennom flere tiår – billig strøm – med de konsekvensene det vil medføre for næringslivet, sysselsetting og samfunnet. Kostnadene på dette totalt sett er umulig å anslå realistisk, men de 20 mrd som nevnt tidligere gir en indikasjon. Selvsagt, vil dette anslaget stige betraktelig dersom vi kommer inn i større tekniske utfordringer og forsyningsrisiko.

For det tredje, hvor mange symbolpolitiske prosjekter med langsiktige forpliktelser vil vi iverksette? Per dags dato, finnes det ingen realistiske opsjoner på bordet ift storskala, grønn omstilling i Norge annen enn energiøkonomisering og fornying av vannkraften:

- Grønn hydrogen har vi ikke elektrisitet til – bare dagens egenproduksjon på 225 tusen tonn vil kreve omtrent 10% av all norsk strømproduksjon⁷⁸. Dessuten er kostnadsnivået svært høyt.
- Carbon Capture and Storage (CCS) er et annet luftslott med mindre man har utviklet teknologi som er radikalt bedre enn dagens beste teknologi. I Texas gikk nylig det siste store anlegget i USA konkurs⁷⁹, og i 2017 gikk det store anlegget i Mississippi også konkurs etter først ha brukt 75 mrd kroner⁸⁰.
- Flytende havvind er en tredje teknologi som riktignok fungerer rent teknisk, men økonomien er dårlig. Det er ikke uten grunn at et japansk forsøk med tre turbiner i omtrent 10 år la ned pga manglende lønnsomhet⁸¹.

Selvsagt er alt mulig å få til om man kaster nok penger etter ideen, men til hvilken nytte? Fakta er at alt dette havner som kostnader hos innbyggerne på en eller annen måte. Den politiske oppfinnsomheten er stor for å unngå å vise hva som er realitetene når realitetene taler mot politikken. For eksempel, iveren etter å unngå å øke fornybarpåslaget (EEG) i strømregningen har gjort at man i Tyskland i 2020 fikk laget en ekstra subsidie på ca 11 mrd euro⁸².

⁷⁷ Se den svært kritiske rapporten; Bundesrechnungshof (2021), Bericht nach § 99 BHO zur Umsetzung der Energiewende im Hinblick auf die Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit bei Elektrizität (Report according to § 99 BHO on the implementation of the energy transition with regard to security of supply and affordability of electricity), Bundesrechnungshof: Bonn.

⁷⁸ Se https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2019/faktaark2019_12.pdf

⁷⁹ Se <https://www.energyandpolicy.org/petra-nova>

⁸⁰ Se <https://www.greentechmedia.com/articles/read/carbon-capture-suffers-a-huge-setback-as-kemper-plant-suspends-work>

⁸¹ Se <https://www.japantimes.co.jp/news/2020/12/17/business/%C2%A560-billion-wind-power-project-dismantle>

⁸² Se <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/klima-energie-und-umwelt/eeg-umlage-teure-rechnung-fuer-strom-aus-sonne-und-wind-17003133.html>

Slik adferd går på tilliten løs. I Norge er det relativt vanskelig å få tak i data som kan analyseres av tredjepart. Vi kjenner flere folk som ikke tør si hva de mener i denne saken pga frykten for uønskede konsekvensene ift sin karriere. Derfor vil den ultimate kostnaden for Norge bli at vi går fremover uten å ha en åpen og ærlig debatt basert på fakta. Ser man den betente saken på Haramsøya, er det grunn til å tro at det blir mange slike saker fremover.

Utbyggeren Zephyr påstår i sin brosjyre⁸³ at anlegget vil «...forsyne ca. 7000 husstander». Dette er feil. Den kommer mest sannsynligvis til aldri å forsyne 7.000 husstander. Den kommer nok i gjennomsnitt til å forsyne 7.000 husstander, men Zephyr sier ikke at i en tredjedel av tiden vil den forsyne noen få hundre eller at i en annen del av tiden kanskje 10.000. Anlegget er derfor predikert på feil premisser.

Faktisk, med sine 34 MW effekt fordelt på 8 turbiner er anlegget sammenlignbart med Stigafjellet vindkraftverk som har 7 vindturbiner og 30 MW effekt, men noe dårligere vindressurs. I Figur 7 ser vi produksjonen fra første juli i 2020 og ut året for Stigafjellet. Som referanse ser vi forbruket til 4,000 husstander, som Stigafjellet skal forsyne. Realiteten er at over en periode på 6 måneder er alle uten strøm i 253 timer, må noen miste strømmen i 1933 timer, mens i kun 2,230 timer (50% av tiden) får alle strøm og det blir strøm til overs.

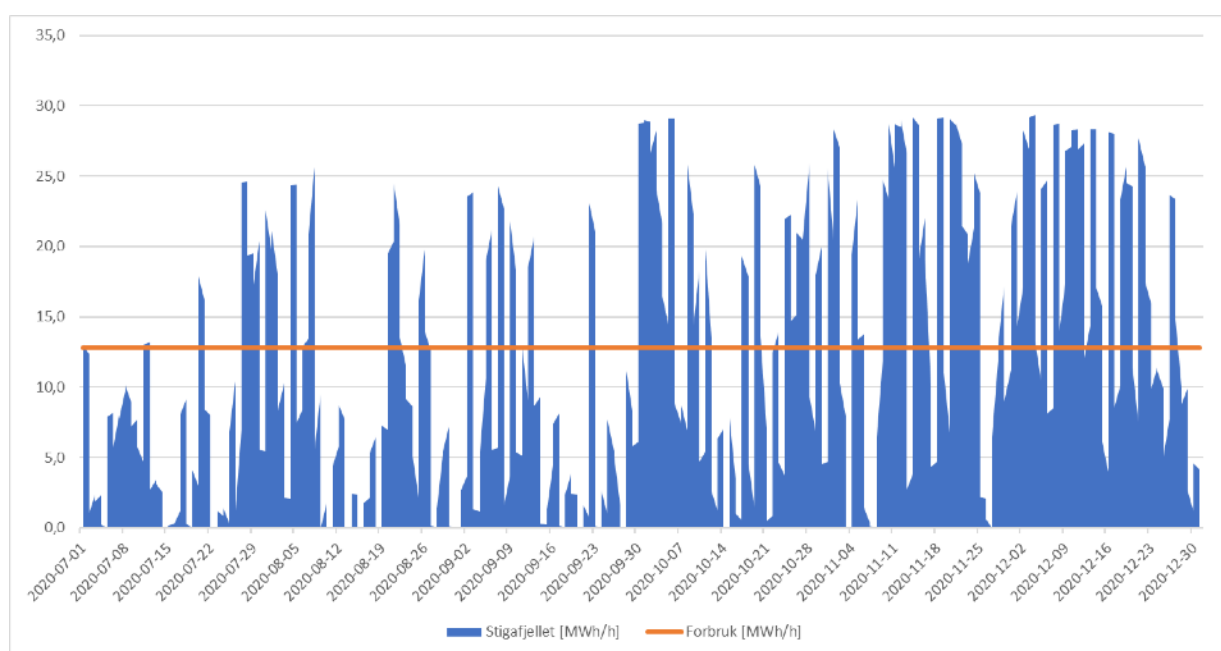


Fig. 7: Produksjon fra et anlegg tilsvarende Haramsøya.

Zephyr vil selvsagt kunne si at det er ikke meningen at disse husstandene skal kun ha vindkraft, men i så fall kunne de sagt at dette anlegget skal forsyne hele det europeiske kontinentet. Dette hadde alle selvsagt skjönt var lite troverdig, selv om i ytterste konsekvens er det faktisk sant. Derfor serverer de en påstand som er troverdig nok til at de skal bli trodd uten de viktige detaljene.

Resultatet er at man står igjen med mistro, ødelagte lokalsamfunn, mistro til sentrale myndigheter og selvsagt en stor finansiell kostnad som må bæres av oss alle. Alt dette uten at vi gjør noe særlig godt for miljøet.

De eneste som tjener på dette i dag er utbyggerne, akkurat som i Ontario⁸⁴ og mange andre steder over hele verden.

⁸³ Se <https://www.zephyr.no/wp-content/uploads/2019/09/Brosjyre-Haram-update.pdf>

⁸⁴ Se <https://financialpost.com/opinion/ontarios-big-wind-bonanza-over-90-of-subsidies-funneled-to-just-11-companies>

5: Sammendrag

Norge er ett av de gunstigste landene for vindkraft på grunn av vannkraft som mulig balansekraft, men det forutsetter at vindkraftanleggene må kjøpe kapasitet hos vannkraftverkene for å kunne garantere en produksjon som en andel av installert kapasitet. Fravær av slike avtaler, som er regelen i dag, betyr at vindkraftanleggene overfører sine alternativkostnader til alle andre. Så lenge vindkraften utgjør en mindre andel av den totale strømforsyningen, er de økonomiske konsekvensene begrenset for de andre i strømforsyningen. Denne situasjonen vil bli vesentlig verre om man skal øke andel av vindkraft betydelig slik vi er i ferd med å gjøre i dag, og som planlegges av mange aktører.

Når det gjelder subsidier nyter dagens vindkraftverk i Norge godt av en økende strømpris på grunn av import og handel med utlandet, noe som gjør at de på papiret klarer seg med relativt små subsidier i forhold til hva som er tilfelle i Tyskland og en rekke andre land. Det tragiske er at den gamle konkurransefordelen Norge har hatt med billig strøm sakte, men sikkert forvitrer. Det importerte strømnivået og vindkraftsubsidiene vil medføre at prisnivået vil stige uavhengig av hva den egentlige strømkostnaden er på vannkraftsiden.

På et tidspunkt er det sannsynlig at EU og andre vil anse den lave, reelle strømkostnaden i Norge (sikret av vannkraft) som subsidiert fordi markedet ligger langt over. Da vil EU og andre nemlig kunne argumentere for at det er verdien til vannkraften man skal betale for og ikke selvkostnaden. Da vil det forsvinne arbeidsplasser i norsk kraftkrevende industri. En situasjonen som bare vil bli verre og verre ved at man satser på upålitelige energikilder, slik som vindkraft. Samtidig blir samfunnet utsatt for større og større forsyningsrisiko i takt med nedbyggingen av pålitelige energikilder i Europa.

Selv om vindkraften i Norge kan fungere sammen med vannkraft om man tar grepene som er skissert, må man likevel ha klart for seg eksternalitetene. Dagens vindkraftindustri ødelegger naturområder (en kostnad for turisme og oss alle), dreper store mengder fugl og insekter. Den forårsaker store utslipp tidlig i sin verdikjede gjennom produksjonen av store mengder permanentmagneter, kompositter, betong og stål. Og den etterlater seg store mengder avfall i tillegg til å være svært arealkrevende. Alt dette skal ofres for noen få arbeidsplasser⁸⁵ og en strømproduksjon som varierer fra 8,3 MWh per time til 3.275,6 MWh per time i toppåret 2020⁸⁶. I studiet som etterfulgte det store strømavbruddet i Tyrkia i 2015, ble det påpekt at «A large electric power system is the most complex existing man-made machine»⁸⁷. Det er i så fall svært merkelig at noen med vitende vilje vil utsette et slikt komplekst system for den store variasjonen som vindkraften påfører systemet. Den tidligere generalsekretæren for Ontario's Society of Professional Engineers, Paul Acchione, har pekt på noe viktig;

«Because they [politikere] know how to turn a light bulb on and off, they'll issue policy statements on the most complex engineering system on the planet»⁸⁸.

Det er vanskelig å se at politikere i Norge er mer informerte enn de er i Ontario, og det er på tide at vi i Norge begynner å lære av alle de problemene som finnes i de landene som har investert

⁸⁵ I 2020 blir det anslått at vindindustrien bidro med 1821 årsverk, ifølge deres egne tall, se <https://enerwe.no/eksportkreditt-ntb-vannkraft/vindkraftnaeringen-pa-land-suser-forbi-vannkraft/385015> Dette tallet er lavt gitt de store investeringene og veksten i produksjonen, men det skyldes at veldig mye av utstyret er importert – noe som forklarer den høye omsetningen.

⁸⁶ Dette er utregnet av undertegnede ved hjelp av data fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/tall-og-data-fra-kraftsystemet/last-ned-grunndata>

⁸⁷ Project Group Turkey, Report on Blackout in Turkey on 31st March 2015. 2015, European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSOE): Brussels.

⁸⁸ Sitatet er hentet fra <https://financialpost.com/opinion/boondoggle-how-ontarios-pursuit-of-renewable-energy-broke-the-provinces-electricity-system>

tungt i vindkraft. Da slipper vi å gjenta disse feilene til store kostnader for befolkningen og industrien.

Vindkraft er dyr (når alternativkostnadene er tatt med), dårlig (fordi den er frikoblet fra etterspørsel) upålitelig (avhengig av fluktuasjonene til vinden) og har store eksterne kostnader (som ikke er kalkulert inn i prisen). Det at vindkraften produserer mye elektrisitet når det blåser mye, er like uinteressant som at noe er gratis når man ikke trenger det. Dette betyr at vindkraften gir elektrisitet med lav verdi – så lav at den ikke står i forhold til ødeleggelsene og kostnadene verken her i landet eller i utlandet.

Skal Norge få ned klimautslippene, må det gjøres gjennom teknologinøytral politikk der alle forhold tas med i beregningen – hele «livsløpet fra vugge til grav». Den enkle forestillingen om at noe per definisjon er bærekraftig fordi det er fornybart holder ikke.

Dessuten må vi aldri glemme at den billigste og mest miljøvennlige energien er den vi ikke bruker, mens den dyreste og mest ødeleggende energien er den vi trodde vi hadde, men som aldri ble levert!

Etterord og sluttkommentar

Undertegnede ønsker å takke for gode innspill fra Kjell Traa, Mads Løkeland-Stai, Sverre Sivertsen, Sveinulf Vågene og andre som ønsker å forbli anonyme.

Dette dokumentet er forfattet som et populærvitenskapelig innspill med de forenklingene det innebærer. Leserne blir oppfordret til å lese alle de referansene som dokumentet inneholder, og gjerne lese mange flere også. Ta gjerne kontakt.