**Vindkraft i Danmark Av Espen Andre Røinaas, biokjemiker, Lektor, 2023**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Danmark er ledende i verden når det gjelder bruk av vindkraft.****I Danmark dekkes rundt 50 prosent av energiforbruket av vindkraft.****De første landturbinene ble installert i 1977 og den første offshorturbinen i 1999. I dag er det ca. 10 ganger flere turbiner på land enn offshore-turbiner.** | **Energien som kan fanges opp av bladene til en vindturbin er begrenset til maksimalt 59 prosent (i henhold til Betz` lov). I praksis beregnes cirka 40 prosent.****En vindturbins effektkurve viser den teoretiske produksjonen ved ulike vindhastigheter. De fleste storskala vindturbiner begynner å produsere elektrisitet med en vindhastighet på rundt 3–4 m/s, og når maksimal effekt ved 11–15 m/s. Ved høyere vindhastigheter justeres bladvinklene automatisk, slik at de slipper mer vind igjennom, og unngår dermed for stor belastning på vindturbinen, samtidig som produksjonen holdes konstant ved maksimal effekt. Ved vindhastigheter over 25–28 m/s må de fleste vindturbiner stoppes helt på grunn av for stor belastning på komponentene.** |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Danmark har i dag 6.296 turbiner, fordelt på 5.666 på land og 6.031 offshore.** | **Vindmøller offshore har mye større produksjon pr enhet. Fordi de er mer moderne, høyere og har større vinger/rotorradius.** |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Her ser vi på aldersfordelingen til alle utrangerte turbiner og hvor lenge turbiner overlever etter at de er installert.****Gjennomsnittsalderen på de 3.442 utrangerte turbinene er 17,9 år. Den lengste turbinen var i drift i 40,07 år, og den korteste var i drift i bare 24 timer.****Diagrammet viser et histogram over tiden. De fleste turbinene er i drift i 15-20 år med noen som varer så lenge som 40 år! Merk at disse tallene representerer utrangerte turbiner og dermed ikke er representative for forventet levetid for dagens aktive turbiner.****Det danske parlamentet har vedtatt at landbaserte turbiner skal reduseres til under 2000. Det blir derfor færre vindturbiner å se i det danske landskapet i fremtiden. Utviklingen går generelt mot færre, men større møller både på land og til havs. Det foregår derfor en løpende utskifting av gamle, mindre og lite tidsmessige vindturbiner med færre, men større og mer effektive modeller, slik at strømproduksjonen stadig øker.** | **En årlig kapasitetsfaktor på X % betyr at en turbin produserer strøm med gjennomsnittlig X % av kapasiteten hver time gjennom året. Høyere kapasitetsfaktor betyr høyere****kraftproduksjon og høyere avkastning på investeringen.****Kapasitetsfaktoren for landbaserte turbiner har vært ganske stabil mellom 20-30 % i flere tiår. For offshore-turbiner var det et betydelig hopp i 2002, og siden den gang har det vært over 40 % i gjennomsnitt. Vindturbiner til havs forventes å ha høyere kapasitetsfaktorer enn vindmøller på land av to hovedårsaker:****1) typiske vindhastigheter er høyere til sjøs enn på land (ingen trær og bygninger som bremser den), og****2) de når høyere opp i atmosfæren hvor vinden har en tendens til å være mer stabil.** |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Søylediagrammet viser hvor mye strøm som produseres fra vindkraft og hvor mye den bidrar til den totale kraftproduksjonen per år.****2019: 56,75 %** | **Søylediagrammet viser hvor mye strøm som produseres fra vindkraft og hvor mye den bidrar til den totale kraftproduksjonen per måned.** **Her ser vi en syklisk variasjon med nedturer om sommeren og oppturer om vinteren.** |

|  |
| --- |
|  |
| **Kart over alle vindturbiner i Danmark. https://turbines.dk/** |

**Fordeler og ulemper**

**Fordelen med vindkraft er at den er**[**fornybar**](https://snl.no/fornybar_energi)**og gir mindre utslipp til miljøet. Vindkraftverk er likevel ikke uten miljømessige ulemper. De skaper støy, gir visuell forurensning, mikroplast fra bladene, kan forstyrre**[**radarsignaler**](https://snl.no/radar)**, og kan drepe eller skade**[**fugl**](https://snl.no/fugler)**er. Store arealer båndlegges, men samtidig kan mesteparten utnyttes til**[**jordbruk**](https://snl.no/jordbruk)**, beitemark og lignende. Det største problemet er bladene som utgjør ca. 20 % og består av komposittplast som ikke kan resirkuleres. Resten er ulike metaller som kan gjenvinnes.**

**Elektrisitetsproduksjonen i vindkraftverk varierer med**[**vindhastigheten**](https://snl.no/vindhastigheit)**, og man har dermed begrensede muligheter til å regulere produksjonen.**[**Vindkraft**](https://snl.no/vindkraft)**kan derfor ikke være den eneste form for kraftproduksjon som forsyner vanlige abonnenter, men er avhengig av å inngå i et større kraftforsyningssystem som tilbyr**[**balansekraft**](https://snl.no/balansekraft) **(stabil kraft som gasskraftverk, kjernekraftverk og vannkraftverk), slik at produksjonen til enhver tid kan tilpasses forbruket, uavhengig av om det blåser eller ikke. En konstant balanse mellom produksjon og forbruk er nødvendig for balanse i ethvert kraftsystem. Uten denne likevekten vil resultatet bli systemsvikt. Resultatet er at man må operere med to systemer samtidig, som gjør strømproduksjonen ekstra dyr.**

**Et annet stort problem er at man mangler mulighet til å lagre overskuddsenergi de dagene det er mye vind til dager med lite vind. Hvis billige organiske batterier hadde vært tilgjengelig, kunne de ha vært brukt til balansekraft. Det tok 40 år å utvikle Litium-batteriene og det vil sikkert ta like lang tid å utvikle nye batterier som kan lagre overskuddsenergi fra fornybare kilder som vind- og solkraftverk.**

**Artikler/Kilder**

* NVE: <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kraftproduksjon-fra-vindturbiner/>
* Turbines.dk: <https://turbines.dk/statistics/>
* Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power>
* Teknisk Ukeblad: <https://www.tu.no/artikler/plukker-ned-vindmoller-danskene-skal-fjerne-rundt-2500-turbiner-pa-land/442958>
* Store Norske Leksikon: https://snl.no/vindkraftverk