

Så funkar ett vindkraftverk

KONSTEN ATT BROMSA LAGOM

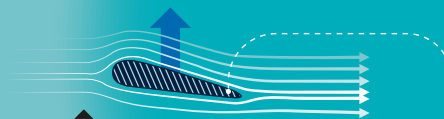
Ett vindkraftverk kan aldrig fånga mer än cirka 59 procent, eller exakt 16/27, av vindens effekt. Det upptäckte den tyske fysikern Albert Betz 1919. Mest effekt tas upp när kraftverket bromsar vinden till en tredjedel av dess ursprungliga hastighet. Större uppbromsning leder till att mer vind tar en annan väg, så att effekten minskar. Dagens vindkraftverk kan fånga upp till cirka 50 procent av vindens effekt.

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 C_p$$

LUFTENS DENSITET
VINDENS HASTIGHET
VERKETS EFFEKT
VINDENS EFFEKT
EFFEKT-KOEFFICIENT

BETZ LAG

Densitet, area och hastighet bestämmer vindens effekt. Effektkoefficienten C_p anger hur stor andel som utvinns av kraftverket. C_p är maximalt 16/27.



AERODYNAMISKT FORMAT BLAD

Bladens profil påminner om flygplansvingar: luften får längre väg längs ena sidan vilket skapar ett undertryck och en kraft på bladet. Form och vinkel påverkar hur stor kraften blir.

JU STÖRRE DESTO BÄTTRE

Effekten ökar med arean: 20 procent längre blad ger 44 procent högre effekt. Även höjden påverkar eftersom det blåser bättre högre upp. I dag har nya vindkraftverk på land ofta en effekt på 3–6 megawatt och en total höjd på 250 meter, varav tornet utgör 165–180 meter.

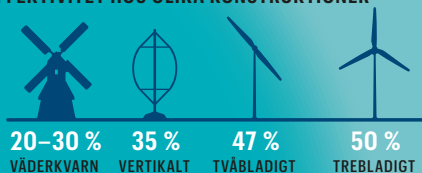
ENERGI I KUBIK

Effekten ökar med hastigheten i kubik: dubbel vindstyrka ger åtta gånger mer effekt. Vid 10–12 sekundmeter når många kraftverk sin maxproduktion. I hårdare blåst vinklas bladen så att mer av vinden släpps igenom. Vid mycket hård vind står verket stilla för att inte ta skada.

TRE BLAD BÄST AV FLERA SKÅL

Två-, tre- och fyrbladiga vindkraftverk är ungefär lika effektiva. Tre blad har blivit standard eftersom de ger jämnare belastning på konstruktionen än två, samt låter mindre och ger ett lugnare intryck då de snurrar långsammare. Ett fjärde blad är en onödigt extrakostnad.

EFFEKTIVITET HOS OLIKA KONSTRUKTIONER



Gamla väderkvarnar tog som bäst upp cirka 20–30 procent av vindens effekt. Moderna vindkraftverk har högre maxvärde och klarar ett bredare spann av vindhastigheter.

SÅ RIKTAR MAN IN VINDKRAFTVERKET

Vindkraftverk placeras för att inte störa varandra i den vanligaste vindriktningen – i Sverige oftast mellan västlig och sydlig vind. Mätningar av riktning och styrka kan visas i ett vindrosdiagram.

Längden på stapeln visar hur ofta vinden har just den riktningen (%)

