

Filmen 'Matematikken bag vindenergi hos Vestas' er nu klar til brug i undervisningen

I den seneste årsrapport fra WWEA, vindenergisektorens globale samarbejdsorganisation hedder det bla.: *The world's installed wind power capacity now meets around 10% of global electricity demand. More than ten countries now have a wind power share of more than 20%, led by Denmark, which generates an astonishing 56% of its electricity from wind.* Det er om nogen Vestas store fortjeneste.

I projektet 'Træk virksomhederne ind i undervisningen' har vi med film nr 9 om 'Topsoe og Power to X' og nr 10 om 'Matematikken bag vindenergi hos Vestas' sat fokus på den grønne omstilling. De to film kan hver for sig eller sammen danne udgangspunkt for sciencedage om dette emne på skolerne. I projektet er vi nu ifærd med at skrive undervisningsmaterialer til brug for dette arbejde.

Filmen om Vestas er blevet premierevist på Egå Gymnasium i januar og på Roskilde gymnasium i februar, begge steder for meget lydhøre forsamlinger, hvert sted med et par hundrede elever – se nærmere i vedlagte. Den lægges nu op på projektets web-site – søg blot på projektets navn! Den er som de øvrige materialer i serien gratis til brug for undervisningen.

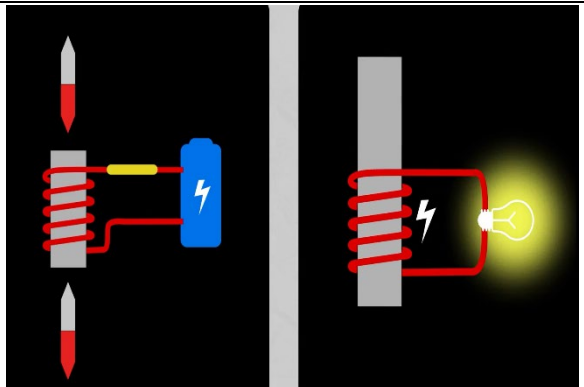


En propfyldt sal i Roskilde, Heldigvis havde salen flere lærreder, så alle elever var i stand til at se filmen.



*Al god videnskab starter med, at man undrer sig og er nysgerrig efter at finde svar. I filmen siger Nicoline, som vi her ser øverst oppe i tårnet på en af Vestas enorme forsøgs-møller, at hun altid har **undret sig over, hvordan man får strøm ud af, at vinger drejer rundt?** Det får vi en første forklaring på oppe ved møllehuset.*

Det var danskeren H.C. Ørsted, der først opdagede og beskrev sammenhæng mellem magnetisme og elektricitet. Elektromagnetismen er baggrunden for, at vi kan omdanne energien fra vingernes omdrejninger til elektrisk energi. Fænomenet forklares nærmere i en animation i filmen



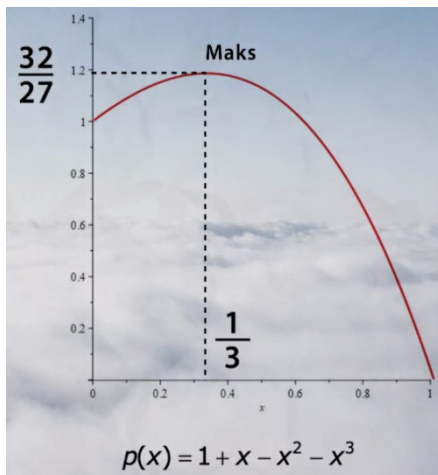
Der lyttes koncentreret, mens filmens aktør, Tue Vissing Jensen fra



Vestas fortæller om, og gennem en række beregninger viser, hvordan den høstede energi afhænger af vindhastigheden, af møllerens højde og af, hvor ru eller glat overfladen er.

Kunne man ikke høste al vindens energi - så der blev vindstille bag ved møllerne? Ja hvorfor ikke? Tue giver nogle argumenter ud fra almindelig snusfornuft, men stiller så også spørgsmålet – kan vi mon beregne hvor meget af vindens energi vi teoretisk set kan høste.

I denne del af filmen demonstreres matematikkens styrke – et spørgsmål formuleret i almindeligt dagligdags sprog bliver oversat til et spørgsmål om at optimere et matematisk funktionsudtryk. Og dette kan løses, når man kender til differentialregning.



$$\begin{aligned}x &= \frac{v_2}{v_0} \\ E_{\text{høstet}} &= \frac{1}{2} E_{\text{før}} \times (1 + x - x^2 - x^3) \\ &= \frac{1}{2} E_{\text{før}} \cdot \frac{32}{27} \\ &= \frac{16}{27} E_{\text{før}} \\ &\sim 59,3\% \\ v_2 &= x v_0 = \frac{1}{3} v_0\end{aligned}$$



Så vindstille kan der ikke blive. Vi kan aldrig høste mere end 59,3% af vindens energi.

Når vi op på det niveau, så vil vindens hastighed være bremset ned til 1/3 af den oprindelige.

Ved hver premierevisning på skolerne gennemføres en evaluering – skemaet lægger skolerne på elevernes skema, så de kan evaluere på deres mobil eller pc. En elev fra Egå skrev: **Meget pædagogisk. Måske for simpelt til 3G elever med mat A.** En anden: **Generelt god film. Der var enkelte gange hvor det blev lidt svært at følge med.**

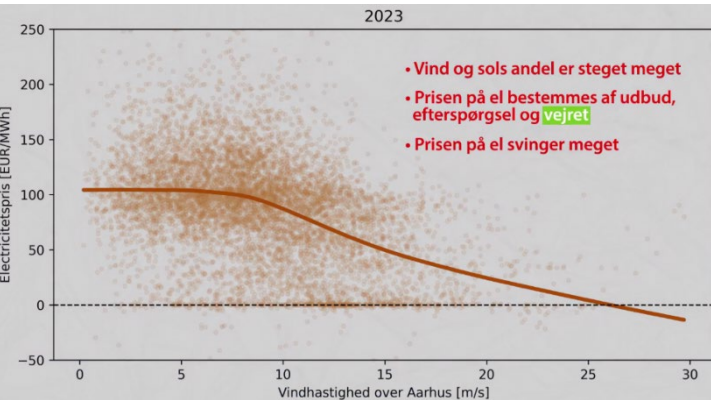
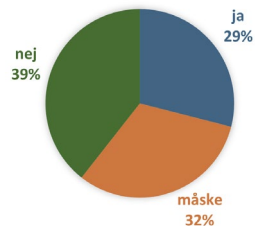


Filmene henvender sig til "alle", så begge elever har en pointe. I undervisningsmateriale er der kapitler især til 1.-2. g, og kapitler især til 3.g.

Der var stor interesse for at diskutere videre med Tue, også efter arrangementet. Det var der også i Egå, hvor eleverne bl.a. svarede således



Kunne du se dig selv som voksen have et arbejde hos en virksomhed som vestas?



Hvordan kan man tjene penge, når prisen går i minus? Tue illustrerede svaret med denne punkt-graf, hvor vi ser, at blæser det 10 m/s, så kan prisen pr MWh være "hvad

som helst" – og af og til minus! Løsningen er bl.a. at anvende overskudsenergi i "Power-to-X" – se fx filmen om Topsoe!