

VINDMØLLER OG ENERGIPOLITIK

Flerfagligt STEM-forløb i fysik og samfundsfag 2021



VESTHIMMERLANDS
GYMNASIUM OG HF

ved Marie Skou og Carsten Svejstrup Sørensen



Indhold

Projektbeskrivelse - Vindmøller og energipolitik.....	2
Forløbsbeskrivelse til eleverne	3
Kontakt.....	3
Forløbsoversigt "Vindmøller og energipolitik" - Samfundsfag.....	4
Oversigt over forløbet.....	4
Materiale samfundsfag	4
Lektion 1+2: Dansk energipolitik før og nu	5
Lektion 3: Dansk energipolitik (fortsat) og Hughes fasemodel.....	6
Lektion 4: Gruppearbejde fysik og samfundsfag sammen	7
Lektion 5: Finansiering af den grønne omstilling.....	8
Lektion 6: Støttesystemer	9
Lektion 7: Gruppearbejde fysik og samfundsfag sammen	10
Lektion 8: Grønne afgifter og statens indtægter	11
Lektion 9+10: Når energipolitik bliver lokalt.....	12
Lektion 11: Hvordan får vi naboerne med på ideen om vindmøller?.....	13
Lektion 12: Gruppearbejde fysik og samfundsfag sammen	13
Lektion 13: Gruppearbejde i samfundsfag.....	13
Forløbsoversigt "Vindmøller og Energipolitik" - Fysik	14
Materiale fysik.....	14
Lektion 1 Energiforbrug, vindenergi og det danske vindmølleeventyr	14
Lektion 2 + 3 Vind og vindmøller.....	14
Lektion 4 Aerodynamik	15
Lektion 5 Vingeprofiler.....	15
Lektion 6 Betz' lov	16
Lektion 7 Havvindmøller og lagring af energi	16
Lektion 8 + 9 (Virtuel) Besøg på AAU – Beregning af møllevingers aerodynamik	17
Lektion 10 Opgaveskrivning	17



Projektbeskrivelse - Vindmøller og energipolitik

I januar 2021 er der på Vesthimmerlands Gymnasium & HF afviklet et forløb vedrørende Potentielle Stem'er(POST). Emnet var "Vindmøller og Energipolitik" - et samarbejde mellem Fysik og Samfundsfag. De involverede klasser var valgholdet med fysik B-niveau og en stamklasse med samfundsfag på A-niveau. 14 elever var på begge hold og udgjorde "kernen" i de oprettede grupper. De resterende klasser fulgte primært det ene fag i forløbet, men blev inviteret ind i tværfagligheden gennem det fælles gruppearbejde i faste forløbsgrupper.

Eleverne fik uddelt et arbejdsdokument med de overordnede rammer og med bl.a. de spørgsmål, grupperne skulle besvare. Desuden uddeltes i fysikdelen et dokument med forslag til, hvad grupperne kunne arbejde i hver time. Se disse dokumenter for detaljer. Her fremgår også, hvilke materialer der benyttedes. I samfundsfag vekslede undervisningen mellem klasseundervisning og gruppearbejde i og på tværs af forløbsgrupperne. Produktet var en Gruppeopgave, hvor specifikke spørgsmål i hvert af de 2 fag skulle besvares. Denne er vedlagt.

I fysik var planen, at fysikholdet skulle have lavet nogle forsøg på skolen med vindmøllemodeller. Det blev dog ikke til noget, da det ret hurtigt blev klart, at forløbet blev virtuelt. Planen var også, at fysikholdet skulle have besøgt Institut for Energiteknik, Aalborg Universitet for at høre foredrag og lave forsøg med bl.a. vindtunnellen. I stedet afvikledes et 2 timers virtuelt forløb i Zoom med to fra AAU, der holdt oplæg om beregninger af lift og drag på vindmøllevingeprofiler. Grupperne tegnede så selv deres eget bud på en vingeprofil, der så sendtes til de to. I løbet af forløbet fik vi så resultaterne heraf. Gruppernes resultater kan ses på externalflow.et.aau.dk under Database Results.

I samfundsfag arbejdede eleverne med udviklingen i dansk energipolitik, herunder Molins model og Hughes fasemodel, samt med det konkrete støttesystem til vindenergi og hvorfor dette er nødvendigt. Ydermere arbejdede eleverne med NIMBY-begrebet (Not In My BackYard), der kan bruges til at forklare hvordan modstanden mod vindmøller kommer til udtryk, selvom danskerne generelt bakker op om den grønne omstilling. I samfundsfag er alle tre hovedområder (politik, økonomi og sociologi) dermed inddraget. Se evt. den vedlagte forløbsbeskrivelse.

Arbejdet i grupperne forløb generelt fint selvom det foregik virtuelt og de 2 timer i samarbejde med Universitetet forløb også godt. Især var det godt med at konkurrenceelement i form af at kunne tegne den mest optimale vingeprofil. Gruppeopgaverne lå i gennemsnit på et middelniveau. I fysik blev en del noget opremsende og der kunne godt medtages flere detaljer f.eks. kunne vingeprofilberegningerne godt inddrages mere.



Forløbsbeskrivelse til eleverne

I skal i de næste 14 dage arbejde med emnet "Vindmøller og Energipolitik" i fysik- og samfundsfagstimerne. 3 af timerne er fælles. Desuden planlægges lektioner med Virtuelle Forsøg med Institut for Energiteknik, Aalborg Universitet.

Produktet er en gruppeopgave på 4-6 sider, hvor en række overordnede spørgsmål skal besvares.

I fysik:

- Hvordan er en vindmølle opbygget?
- Hvad forstås ved en vindmølles effektivitet? Og hvordan argumenteres der for Betz' lov?
- Hvordan kan en vindmølles effektivitet måles?
- Hvorfor er vingeprofilen vigtig?
- Hvad satser man på i fremtiden med hensyn til lagring og nye vindmøller?

I samfundsfag:

- Undersøg statens rolle for fremtidens energiforsyning – med fokus på vindenergi.
 - Hvordan har dansk energipolitik udviklet sig siden 1980'erne?
 - Hvorfor har staten en interesse i at støtte vindenergi?
 - Hvordan støtter staten vindenergi før og nu, samt hvilke fordele og ulemper er der ved dette?
 - Hvad kan staten gøre for at gøre det attraktivt og rentabelt at producere vindenergi i fremtiden (og bør den gøre det)?
 - Hvilke andre aktører/interesser er i spil når et nyt vindmølleprojekt skal rulles ud og hvordan kommer de til udtryk?
 - Her skal det inddrages det lokale niveau og forslag til hvad der kan gøres for at få naboerne som med- og ikke modstandere (NIMB).

Kontakt

For yderligere spørgsmål vedr. anvendte materialer, PowerPoint Slides eller lignende er man velkommen til at kontakte:

For samfundsfag: Marie Skou, MU@vhim-gym.dk

For fysik: Carsten Svejstrup Sørensen, CS@vhim-gym.dk



Forløbsoversigt "Vindmøller og energipolitik" - Samfundsfag

Oversigt over forløbet

Lektion	Indhold
1+2	Dansk energipolitik før og nu
3	Dansk energipolitik (fortsat) + Hughes fasemodel
4	Gruppearbejde sammen med fysik
5	Finansiering af den grønne omstilling
6	Støttesystemer
7	Gruppearbejde sammen med fysik
8	Grønne afgifter og statens indtægter
9+10	Når energipolitik bliver lokalt
11	Hvordan får vi naboerne med på ideen om vindmøller?
12	Gruppearbejde sammen med fysik
13	Opgaveskrivning

De enkelte lektioner er beskrevet herunder.

Materiale samfundsfag

Energipolitik, Helle Goth & Thomas Løkke Læssøe, Systime 2019

Diverse links – fremgår ved den enkelte lektion



Lektion 1+2: Dansk energipolitik før og nu

Plan for timerne	Spørgsmål til par/gruppearbejde
<p>Info om forløbet</p> <p>Del 1: Energiens rolle i det moderne samfund</p> <ul style="list-style-type: none">- Kort fælles intro- Gruppearbejde 1 <p>Del 2: At undersøge et politikområde</p> <ul style="list-style-type: none">- Oplæg- Makkersnak del 1- Opsamling + præsentation af Eastons model- Makkersnak del 2 <p>Del 3: Dansk energipolitik siden 1980'erne</p> <ul style="list-style-type: none">- Gruppearbejde 2	<p>Gruppearbejde 1:</p> <ul style="list-style-type: none">- Hvad viser figur 1.13 på side 54?- Hvad viser tabel 1.2 på side 55?- Hvorfor er energipolitik et aktuelt tema i den politiske debat i DK?- Hvad handler energipolitik om?- Hvilke mål har den danske regering sat sig der gør det nødvendigt at tænke innovativt på energiområdet? <p>Se s.3-5 i Kompendiet</p> <p>Snak om hvordan klima- og energipolitik hænger sammen og adskiller sig fra hinanden.</p> <p>Makkersnak 1: Hvilke aktører er på spil indenfor energipolitik?</p> <p>Makkersnak 2: Placer jeres (og evt. også de andres) aktører i Eastons model</p> <ul style="list-style-type: none">- Tegn jeres egen lille hurtige version- Tag et billede af jeres tegning og smid det i elevfeedback <p>Gruppearbejde 2:</p> <ul style="list-style-type: none">• I skal tage udgangspunkt i Energipolitik side 84-90• I skal besvare spørgsmålet "Hvordan har dansk energipolitik udviklet sig siden 1980'erne?"• Spørgsmålet skal besvares fagligt relevant og i tråd med det vi så på tidligere, dvs.: <p>Hav fokus på væsentlige begivenheder (fx politiske beslutninger) og udviklingstendenser</p> <p>Find frem til de væsentlige aktører og overvej hvilke interesser de har inden for Energipolitik</p> <p>Inddrage relevant teori hvor det giver mening (fx ideologier, Molins model, Eastons model, økonomibegreber).</p> <p><i>Tilknyttet denne lektion er "PP1 Energipolitik i dk" der kan rekvireres fra MU</i></p>
<p>Materiale til lektion 1+2:</p> <p>Energipolitik s.7-11, 19-20, 54-55 og 84-90.</p> <p>Energistyrelsen: Fakta om dansk energipolitik (2 links, fundet d.12/1 2021)</p> <p>https://ens.dk/ansvarsomraader/energi-klimapolitik/fakta-om-dansk-energi-klimapolitik/dansk-energi-politik</p> <p>https://ens.dk/ansvarsomraader/energi-klimapolitik/fakta-om-dansk-energi-klimapolitik</p>	



Lektion 3: Dansk energipolitik (fortsat) og Hughes fasemodel

Plan for timerne	Spørgsmål til par/gruppearbejde
<p>Øvelse 1: Hurtigskrivning om behovet for klima- og energipolitik</p> <p>Opsamling fra i går</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dansk energipolitik – et overblik <p>Øvelse 2: Hvad er tendensen?</p> <p>Øvelse 3: Hughes fasemodel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Den danske vindsektor – et overblik - Brug modellen med vind som eksempel <p>Vidensdeling i forløbsgrupperne</p>	<p>Øvelse 1: Hurtigskrivning</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uret ringer efter 5 min. - På de 5 minutter besvares spørgsmålet: <i>Hvorfor er der behov for at politikerne beskæftiger sig med klima- og energipolitik i 2021?</i> - Læg dit skriv i elevfeedback når uret ringer - <i>Hvis virtuelt: Kom tilbage til fællesmødet i General</i> <p>Øvelse 2: Hvad er tendensen? (tidsramme 15 min.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sammenfat udviklingen fra 1980'erne til i dag i nogle få sætninger/hovedtræk. - Skriv det ned, så I har det når I skal mødes med jeres forløbsgruppe igen. <p>Øvelse 3: Hughes fasemodel og vind (tidsramme 15 min.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Forklar vind som energikilde ud fra Hughes fasemodel og diskutér hvilken fase vi er nået til. Inddrag ”Hughes Fasemodel” fra Energipolitik s.23-24, samt siderne 90-94 der beskriver hvordan grøn vækst er blevet et satningsområde efter 2007. - Hvilke andre teknologier inden for energipolitik og grøn omstilling findes der, og hvordan passer de ind i Hughes fasemodel? <p>Vidensdeling i forløbsgrupperne: Tendenser (de store linjer) i dansk energipolitik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tag en runde hvor I hver især præsenterer hvad I kom frem til i øvelse 1 - Snak om, om det stemmer overens med det I fandt ud af i går og/eller om det skal med i jeres besvarelse af spørgsmål 1. - Snak om, om I skal have noget af det I har læst/arbejdet med om vindsektoren med. <p><i>Tilknyttet denne lektion er ”PP2 Fasemodel og energipolitik fortsat” der kan rekvireres fra MU</i></p>
<p>Materiale til lektion 3:</p> <p>Energipolitik s.23-24 + 90-94</p>	



Lektion 4: Gruppearbejde fysik og samfundsfag sammen

Kort oplæg og introduktion fra lærerne.

Derefter selvstændigt arbejde med mulighed for vejledning i forløbsgrupperne.

Fokus på 1) Vidensdeling og 2) Planlægge og påbegynde arbejdet med at besvare den fælles opgave.





Lektion 5: Finansiering af den grønne omstilling

Plan for timerne	Spørgsmål til par/gruppearbejde
<p>Fælles start (i generel)</p> <p>Prisdannelsen på el</p> <ul style="list-style-type: none">- Intro- Øvelse 1 <p>Forsøg på at indtænke eksternaliteterne i prisdannelsen</p> <ul style="list-style-type: none">- Intro- Øvelse 2- Opsamling <p>Hvis tid: Vidensdeling i forløbsgrupperne og individuel læsning</p>	<p>Øvelse 1: Prisdannelse på el</p> <p>Med udgangspunkt i afsnittet <i>Nord Pool Spot – prisdannelse på el</i> (s.109-110) svarer I på disse spørgsmål:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Hvordan fastsættes (spot)prisen på el?2. Hvad menes der med, at el produceret af vindmøller har et positivt dækningsbidrag?3. Hvad betyder det, at vindkraftspresset er hhv. 10 pct. i 2015 og 20 pct. i 2025?4. Snak om hvad figur 4.13 viser – og om hvad det betyder, at efterspørgselskurven (forbruget) i realiteten ikke er helt lodret.5. Tegn en skitse af en udbud- og efterspørgselskurve der illustrerer hvad der sker, hvis det blæser meget i en periode og hvad der vil ske, hvis der er vindstille i en længere periode. <p>Se evt. også i Økonomi NU kapitel 4</p> <ol style="list-style-type: none">6. Hvad er rationalet bag, at samfundet bør blive elektrificeret som en del af den grønne omstilling? <p>Øvelse 2: EU's kvotesystem</p> <p>Se faktaboksen på side 110-111 i Energipolitik, samt side 252-254 i Økonomi NU, og besvar disse spørgsmål:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Hvad er rationalet bag et kvotesystem?2. Hvordan er EU's kvotesystem indrettet?3. Hvilke fordele og ulemper er der ved et kvotesystem? <p>Teoretiske?</p> <p>Reelle?</p> <ol style="list-style-type: none">4. Hvad kunne EU ellers gøre af tiltag for at fremme den grønne omstilling? <p><i>Her er intet rigtigt og forkert – men plads til masser af gode ideer (:</i></p> <p>Hvis tid-opgave:</p> <ul style="list-style-type: none">• Gå ind i forløbsgrupperne og snak om hvilket af det vi har arbejdet med i dag I skal huske at have med• Læs Energipolitik s.105-109 igennem individuelt <p><i>Tilknyttet denne lektion er "PP3 Finansiering af den grønne omstilling" der kan rekvireres fra MU</i></p>
<p>Materiale til lektion 5:</p> <p>Energipolitik s.105-111 Økonomi NU s. 252-254</p>	



Lektion 6: Støttesystemer

Plan for timerne	Spørgsmål til par/gruppearbejde
<p>Arbejde med opgave i forløbsgrupperne.</p> <p>Besvarelsen afleveres i Lectio.</p>	<p>Spørgsmål/opgave til forløbsgrupperne</p> <ol style="list-style-type: none">1. Læs afsnittet "det konkrete støttesystem" inkl. underafsnit i Energipolitik (s.116-123)2. Besvar disse spørgsmål i gruppen:<ol style="list-style-type: none">a. Beskriv "25-øres reglen" for landvindmøller med egne ordb. Hvilke fordele (og ulemper) er der for hhv. mølleejeren og staten i "25-øres reglen"?c. Hvad betyder det, at det fra 2018 er overgået til udbud? Se mere her: https://www.mynewsdesk.com/dk/energistyrelsen/pressreleases/solceller-og-vindmoeller-i-konkurrence-om-ny-stoette-2925325d. Hvorfor blev støttesystemet lavet om?e. Hvilke særlige regler gælder der for små husholdningsmøller? Hvorfor tror I, at der gælder særregler for disse?f. Beskriv støttesystemet til havvindmøllerg. Hvorfor har havvindmølleparker ry for at være dyre? Brug Anholt som eksempel.h. Hvorfor kan havvindmølleparker blive en god forretning i fremtiden? Svar kort her, og uddyb jeres svar, når I har besvaret spørgsmål 3/4.3. Se TV-avisen (minuttal 17:05 og til slut) fra i går via dette link: https://www.dr.dk/drtv/se/tv-avisen-18-30-joe-biden-indsat-som-usas-46-praesident-232982<ol style="list-style-type: none">a. Det første indslag er relevant for forløbet "Vindmøller og Energipolitik"b. Det andet indslag er en kort opsummering af indsættelsesceremonien d.20/1. Det er ikke så relevant for forløbet, men godt for almindelsen (-; <p style="text-align: right;">... fortsættes</p>



4. Snak om hvilken betydning det ville have for dansk økonomi, vindmølleindustrien (i Danmark) og den grønne omstilling, hvis Præsident Biden vælger at bruge vindenergi som et led i den grønne omstilling i USA, nu han har genunderskrevet Paris-aftalen. Uddyb jeres besvarelse af spørgsmål 2h.
5. Opsummer hovedargumenterne i underafsnittet "Elbrugerne betaler" (s.123-125) og undersøg PSO-afgiften nærmere via disse links:
<https://www.zetland.dk/historie/s8aLWpb5-a85E2rzd-32147>
<https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/aktuel-psy-tarif>
Kom fx ind på
 - a. Hvad den går ud på?
 - b. Hvornår og hvorfor den blev indført?
 - c. Hvornår og hvorfor den udfases igen?
 - d. Hvilken betydning den har for forbrugerne (især de store elforbrugere)?
 - e. Hvad kan forklare, at det netop er Alternativet og Enhedslisten der ikke er med i aftalen om en udfasning af PSO-afgiften?
6. Lav jeres egen opsummerede forklaring/konklusion på hvordan de danske støtteregler til vindenergi hænger sammen.
7. Slut af med at snakke om, om og hvordan I kan bruge dette i jeres rapport/opgave.

Materiale til lektion 6:

Energipolitik s.116-125

Se links i opgavebeskrivelsen

Lektion 7: Gruppearbejde fysik og samfundsfag sammen

Kort oplæg og introduktion fra lærerne.

Derefter selvstændigt arbejde med mulighed for vejledning i forløbsgrupperne.

Fokus på 1) Vidensdeling og 2) Arbejde med besvarelsen af den fælles opgave.



Lektion 8: Grønne afgifter og statens indtægter

Plan for timerne	Spørgsmål til par/grupperarbejde
<p>Kritik af støtte til vindmøller</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mini-grupperarbejde - Mini-matrixfremlæggelser <p>Oplæg: Statens indtægter på olie og gas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indtil nu - Fremtiden <p>Idégenerator: Energipolitiske tiltag og opfindelser</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oplæg - Idégenerering - Præsentation af idéer 	<p>Mini-grupperarbejde: Kritik af støtte til vindmøller Klassen deles i 5 nye grupper, helst så forløbsgrupper er spredt mest muligt ud. De nye grupper kigger på emnerne:</p> <p>1: Overkapacitet s.126-127 2: Dansk enegang koster s.127 3: Skyggepriser s.127-129 4: Unødvendig erhvervsstøtte s.129 5: Transportsektoren s.129-130</p> <p>Grupperne skal (inden for deres emne):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Find frem til hvad kritikken går ud på i jeres afsnit (8 min) 2) Kort den ned til en sætning <p>Matrixoplæg: Hvad fandt I ud af? → Præsenter jeres sætninger for hinanden og sørg for at alle forløbsgrupper har adgang til alle sætninger.</p> <p>Idégenerator I skal nu finde frem til energipolitiske tiltag og/eller opfindelser der kan hjælpe den danske stat til (en eller flere af følgende)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Finde alternative indtægtskilder end olie- og gas (der er grønne)</i> - <i>Finde på politiske løsninger der styrker den grønne omstilling og gør den mere rentabel</i> - <i>Finde på nye produkter der kan øge DK's eksport</i> - <i>...eller andet der både styrker DK's økonomi OG fremmer den grønne omstilling</i> <p><i>Tilknyttet denne lektion er "PP4 Støttesystem (fortsat) + statens indtægter og udgifter" der kan rekvireres fra MU</i></p>
<p>Materiale til lektion 8:</p> <p>Energipolitik s.126-131</p> <p>Supplerende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - https://www.altinget.dk/artikel/historisk-aftale-dansk-oliejaagt-i-nordsoeen-skal-vaere-slut-i-2050 - https://www.dr.dk/nyheder/viden/teknologi/lille-aendring-kan-loese-elbilers-stoerste-udfordring-nyt-batteri-oplader 	



Lektion 9+10: Når energipolitik bliver lokalt

Plan for timerne	Spørgsmål til par/gruppearbejde
<p>Den politiske forbruger</p> <ul style="list-style-type: none">- Oplæg- Summesnak- Opsamling <p>Not In My Backyard</p> <ul style="list-style-type: none">- Studietid: Læs artiklen fra Zetland og (hvis tid) debatindlæggene- Gruppearbejde: Svar på spørgsmålet: "Hvorfor er der lokal modstand mod vindmøller?" ved brug af citater- Opsamling: Not In My Backyard <p>Det politiske perspektiv på den grønne omstilling</p>	<p>Summesnak</p> <ol style="list-style-type: none">1) Er det bæredygtigt det danskerne gør (slide6)? Hvorfor (ikke)?2) Hvad kan man som forbruger gøre for at blive mere bæredygtig på energiområdet? <p>Studietid + gruppearbejde:</p> <ol style="list-style-type: none">1. I SKAL alle sammen starte med at læse Zetland-artiklen2. Undersøg herefter hvorfor der er lokal modstand mod vindmøller ud fra<ul style="list-style-type: none">- Links på Lectio<ul style="list-style-type: none">- Facebookgrupper- Debatindlæg fra Aars avis- Undersøg også om der er lokale projekter i Vesthimmerland der berører folk (hvordan og hvorfor) <p>Gruppearbejde:</p> <p>Besvar spørgsmålet: <i>Hvorfor er der lokal modstand mod vindmøller?</i></p> <p>Jeres besvarelse skal bygge på citater fra Zetland-artiklen, facebookgrupperne mm. som I fandt frem til i "studietiden".</p> <p><i>Tilknyttet denne lektion er "PP5 Energipolitik på lokalt plan" der kan rekvireres fra MU</i></p>
<p>Materiale til lektion 9+10:</p> <p>Energipolitik s.99-101</p> <p>Artikel fra Zetland: https://www.zetland.dk/historie/so4EZPMR-aOMNamWw-b84f7</p> <p>Supplerende kilder om vindmøllemodstand:</p> <ul style="list-style-type: none">- https://videnskab.dk/kultur-samfund/vindmoeller-skaber-vrede-paa-facebook-hvordan-kan-de-faa-medvind- https://www.dr.dk/nyheder/politik/nabo-til-46-vindmoeller-er-stavnsbundet-politisk-vindmoelleplaster-hjaelper-ikke- https://aars.dk/nyhed/t%C3%A6ndte-fakler-mod-vindm%C3%B8ller-i-aars- https://www.aars.dk/nyhed/nej-tak-til-nabokrig-om-vindm%C3%B8ller%C2%A0- https://www.facebook.com/groups/405743760082961- https://winddenmark.dk/nyheder/vindmoller-moder-politisk-modstand-trods-lokal-opbakning	



Lektion 11: Hvordan får vi naboerne med på ideen om vindmøller?

Plan for timerne	Spørgsmål til par/gruppearbejde
Oplæg: Forsøg på at få borgerne med Gruppearbejde: Borgerinddragelse der fungerer – hvordan? Opsamling og præsentation af ideer. Oplæg: Andre aktører og deres interesser	Gruppearbejde: Idégenerering <i>Hvordan kan vi få borgerne med på vognen?</i> Grupperne skal finde frem til min. 1 forslag de kan præsentere for de andre. <i>Tilknyttet denne lektion er ”PP6 Hvordan får vi borgerne med på vognen” der kan rekvireres fra MU</i>
Materiale til lektion 11: Om borgerinddragelse: https://planinfo.erhvervsstyrelsen.dk/sites/default/files/media/publikation/videnblad_borgerinddragelse_web_0.pdf Supplerende aktører og interesser: https://www.danskenergi.dk/nyheder/klimaet-kræver-vindmøller-solceller-vores-baghave	

Lektion 12: Gruppearbejde fysik og samfundsfag sammen

Kort oplæg og introduktion fra lærerne.

Derefter selvstændigt arbejde med mulighed for vejledning i forløbsgrupperne.

Fokus på 1) Vidensdeling og 2) Arbejde videre med at besvare den fælles opgave.

Lektion 13: Gruppearbejde i samfundsfag

Kort oplæg og introduktion ved samfundsfaglæreren.

Derefter selvstændigt arbejde med mulighed for vejledning i forløbsgrupperne.

Fokus på at få besvarelsen af den fælles opgave gjort færdig.



Forløbsoversigt "Vindmøller og Energipolitik" - Fysik

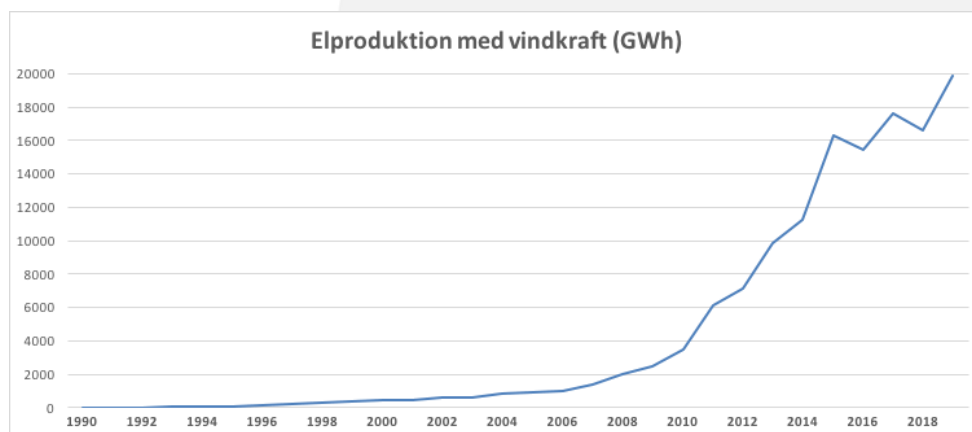
Materiale fysik

- [Grøn Teknologi - Vindenergi, Fysikforlaget 2016](#) (sideangivelser ved de enkelte lektioner refererer til denne tekst)
- Noter om Bernoullis ligning, fra: Finn Elvekjær, Vindenergi og vindmøller, F og K forlaget 1980
- Brydesholt m.fl.: Orbit C 2. udgave, Systime 2010 s. 51.
- www.airfoiltools.com

Lektion 1

Energiforbrug, vindenergi og det danske vindmølleeventyr

Introduktion til emnet, s. 2-7



Lektion 2 + 3

Vind og vindmøller

Lektioner afholdes sammen med samfundsfag
Arbejde med s. 8-10 om vind, lufttryk og hvorfor det blæser.

Arbejde med s. 11-12 + s. 15-16 om opbygning af vindmøller og generator. Inddrag gerne s. 13-14 om aerodynamik.



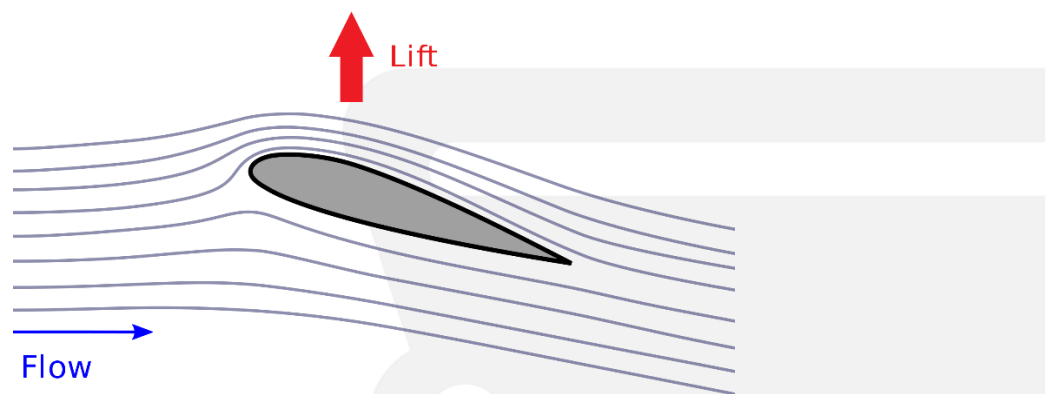
Lektion 4

Aerodynamik

Læreren gennemgår s. 13-14 om aerodynamikken og Bernoullis princip.

Se eventuelt mere om Bernoullis ligning: Noter om Bernoullis ligning

$$\text{Bernoullis ligning.}$$
$$p + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \text{konstant}$$



Lektion 5

Vingeprofiler

Arbejde med vingeprofiler på www.airfoiltools.com

Hver gruppe skal lave en stregtegning af yderkonturen på en vinge. Dette er en del af programmet med AAU - se lektion 8/9.

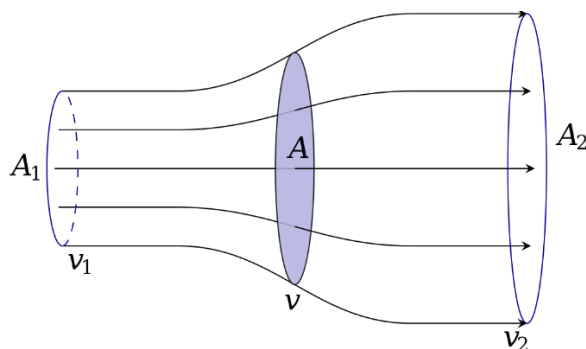
Arbejde med vindens energi, effekt og mølleeffektivitet s. 17-20.



Lektion 6

Betz' lov

Læreren gennemgår s. 21 m.m. om Betz' lov. Inddrag evt [Arbejdsark om Betz lov og nyttevirkning](#)



Lektion 7

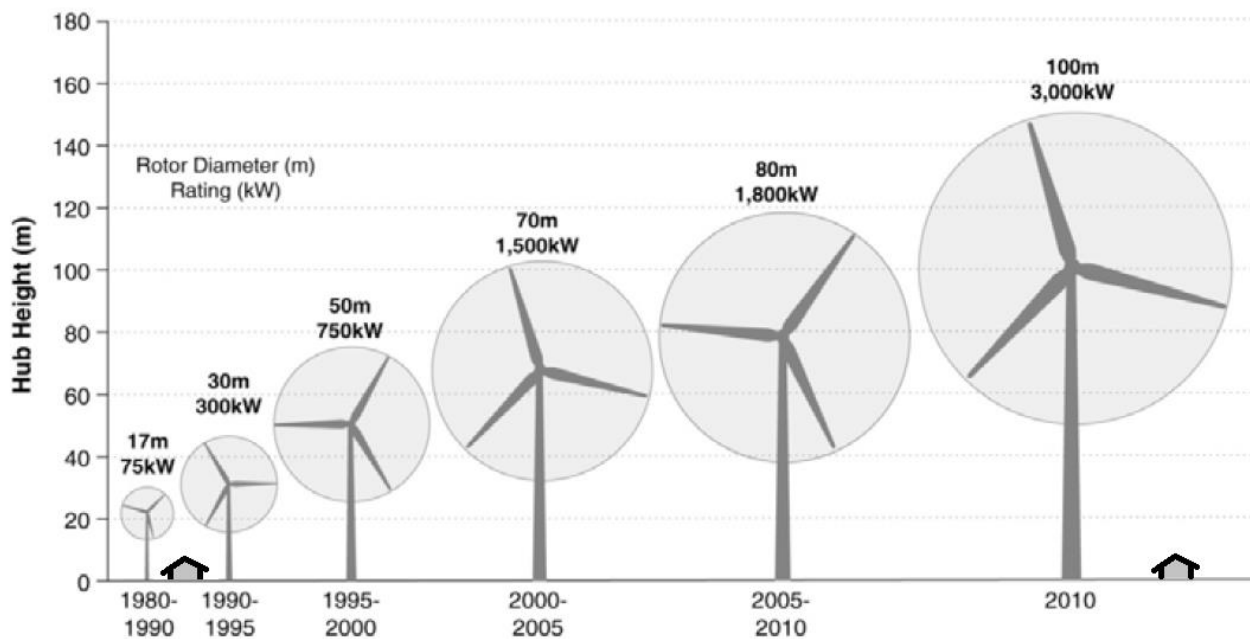
Havvindmøller og lagring af energi

Lektionen afholdes sammen med samfundsfag

Arbejde med s. 22-24 om havvindmøller og lagring af vindenergi m.m.

Arbejde med s. 25-26 om måling/beregning af mølleeffektivitet.

Eventuelt gennemførelse af egne målinger på vindmøllemodeller eller arbejde med tidligere resultater.





Lektion 8 + 9

(Virtuel) Besøg på AAU – Beregning af møllevingers aerodynamik

Beregning af Lift og Drag på hjemmetegnede vingeprofiler ved Institut for Energiteknik, Aalborg Universitet. Kontakt Jakob Hærvig Assistant Professor, jah@et.aau.dk

Resultaterne kan ses på siden "[Will It Fly?](#)" fra AAU.

Dagens program:

10:20 - 10:25: Intro til dagen

10:25 - 10:35: Tegn vingeprofil 1

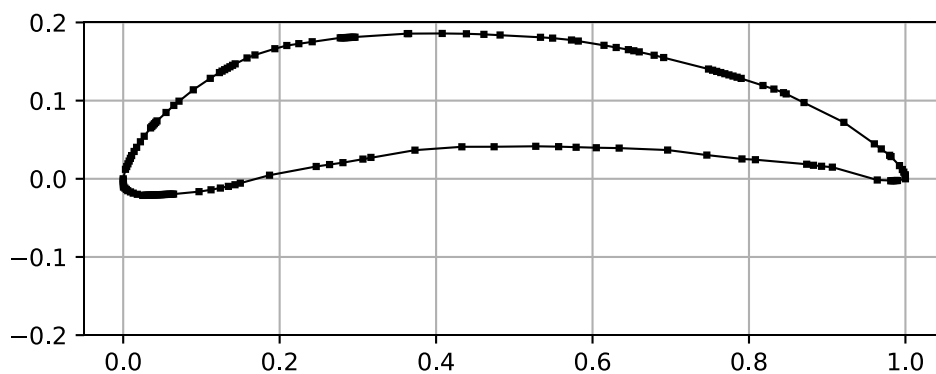
10:35 - 11:15: Introduktion til beregninger

11:15 - 12:00: Kig på resultater

12:00 - 12:15: Pause

12:15 - 12:45: Vingeprofil 2 (inkl. diskussion)

Besøget blev afviklet virtuelt, men vil normalt inkludere et besøg på universitetet. Et typisk program kan ses [her](#).



Lektion 10

Opgaveskrivning

I de samlede grupper skrives der på selve gruppeopgaven (se på side 3)