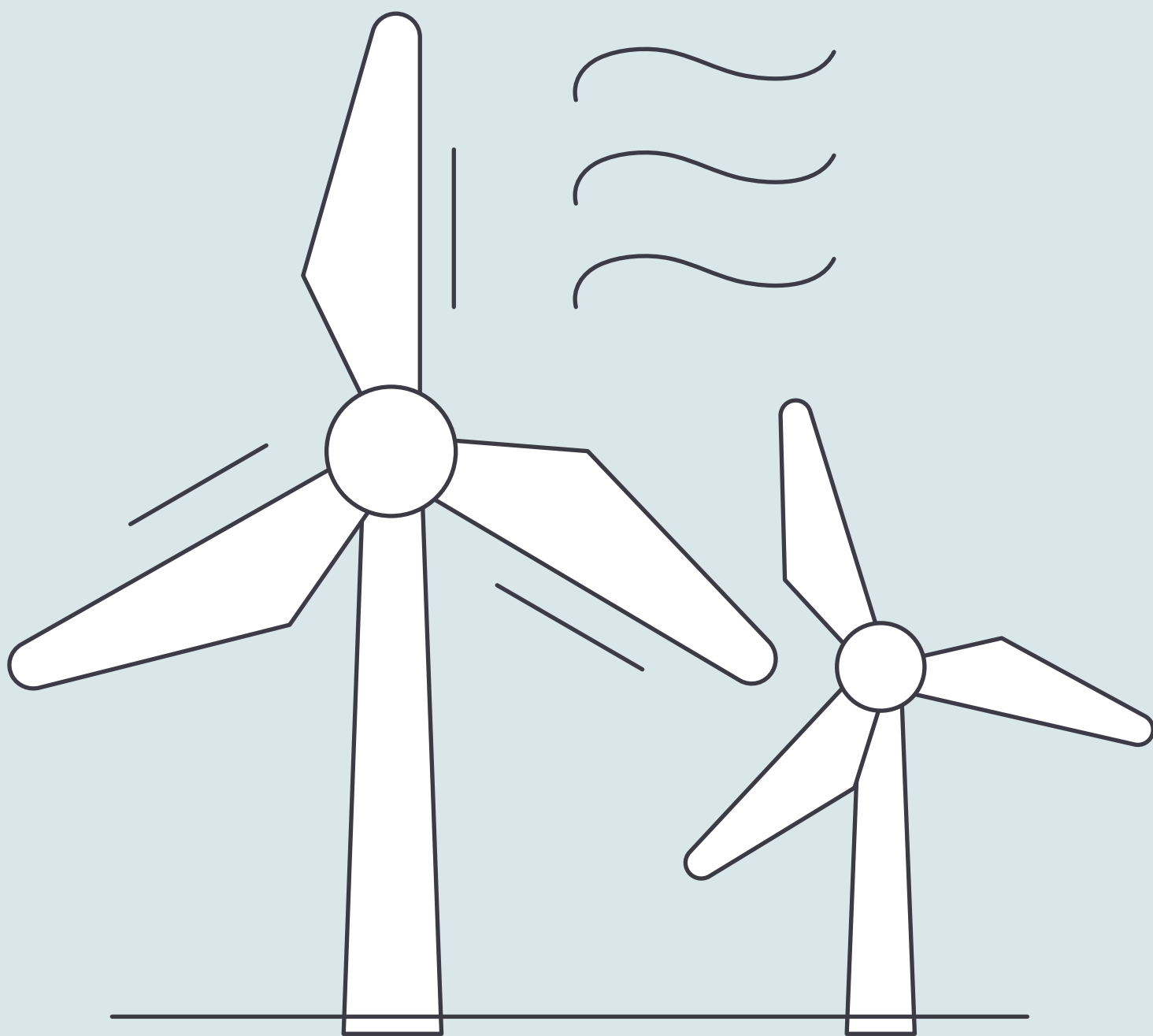




VINDKRAFT I VESTJYLLAND

INDHOLD

INDHOLD

Beskrivelse af forløbet

Fagligt fokus i fysik og historie

Materialeliste

Kap. 1: Tre tilgange til teknologihistorie (Historie)

Kap. 2: Vindkraftens udvikling i Danmark (Historie)

Kap. 3: Hvordan virker en vindmølle? (Fysik)

Kap. 4: Intromodul til innovationsforløb

Kap. 5: Oplæg fra LM Windpower (Fysik)

Kap. 6: Eksperimentér med vindmøller (Fysik)

Kap. 7: Besøg på museet. Vi ser på vind. (Fysik og historie)

Kap. 8: Optisk laboratorium (Fysik)

Kap. 9: Teknologimesse (Fysik og historie)

Kap. 10: Teknologimesse

BESKRIVELSE AF FORLØBET

Vindkraft i Vestjylland er et innovationsforløb med fokus på vindenergi for en 2.g-klasse med fagene fysik C og historie A. I forløbet er der et samarbejde med to 8./ 9. klasser samt med LM Wind Power, Vattenfall, Vardemuseerne og Poul la Cour-museet. Forløbets omdrejningspunkt er en "rollespils-teknologimesse", som sikrer en kobling mellem naturvidenskabelig teori og dens praktiske anvendelse i produktionen af vindmøller. Til teknologimessen får gymnasieelever rollen som vindmølleproducenter, der skal pitch en vindmølle med selvproducerede vindmøllevinger for en kritisk køberskare. Til teknologimessen får folkeskoleelever rollen som kritiske købere fra kommunens teknik- og miljøudvalg. Der arbejdes med et spils scenarie med krav til møllens placering, størrelse og energiproduktion. Teknologimessen afholdes på gymnasiet, hvor de kritiske købere fra kommunen (folkeskoleelever) giver vindmølleproducenterne (gymnasieelever) point og feedback ud fra en tjekliste med fokus på faglighed, formidling, innovation og samarbejde. Som afslutning på teknologimessen kåres vinderprojekter. Forud for teknologimessen tilegner folkeskoleeleverne sig viden om, hvordan en vindmølle producerer strøm. Gymnasieeleverne arbejder med princippet bag elektromotoren og med teorien bag udnyttelse af vindenergi. De skal ud fra deres teoretiske viden selv kunne designe møllevinger og måle deres effektivitet. Derudover tilegner gymnasieeleverne sig en teknologihistorisk viden om vindmøllens udvikling og samfundsmæssige konsekvenser, som bruges i salgspitchen ved teknologimessen til at overbevise de kritiske købere om, at de skal satse på vindkraft.

FAGLIGT FOKUS I FYSIK:

Salgspitchen skal opfylde fire fysikfaglige krav:

- 1) demonstrere hvordan bevægelsesenergien fra vind omdannes til elektrisk energi samt vise principperne ved induktion af strøm med en generator (dokumenteres med filmklip)
- 2) forklare hvordan møllerne bør retningsplaceres ud fra forventede vindhastigheder i Danmark
- 3) angive hvor mange møller der skal der opstilles i kommunen
- 4) demonstrere effekten af selvproducerede møllevinger ud fra konkrete målinger og begrunde antallet af vinger på møllen (dokumenteres med filmklip)

FAGLIGT FOKUS I HISTORIE:

Salgspitchen skal opfylde fire historiefaglige krav:

- 1) forklare baggrunden for udvikling af vindkraft i Danmark
- 2) belyse milepæle i udviklingen af vindkraft i Danmark og vurdere situationen for vindkraft i Danmark i dag og i fremtiden
- 3) forklare hvordan udviklingen af vindkraft har bidraget til at ændre det danske samfund – økonomisk, energipolitisk, kulturelt
- 4) vurdere fordele og ulemper ved at satse på vindkraft i Danmark

MATERIALELISTE

BØGER:

Maybrit Christensen, Irmelin Funch-Jensen: Innovationshjulet (i-bog). Systime 2017. kap. 3

Meyhoff, Peter Mouritsen: Teknologihistorie (i-bog). Systime 2019. Uddrag af kapitel 1.1-1.4.

Benny Christensen, Jytte Thorndahl.: Fra husmøller til havmøller – vindkraft i Danmark i 150 år. Energimuseet, Poul la Cour Museet, Nordisk Folkecenter for Vedvarende Energi, Danmarks Vindkraftshistoriske Samling. 2012

Energimuseet, Poul la Cour Museet, Nordisk Folkecenter for Vedvarende Energi, Danmarks Vindkraftshistoriske Samling: Kapitler af vindkraftens historie i Danmark 12. årgang. Marts 2018

Klaus Bruun Pedersen: Luk fysikken ind Fysikforlaget 2018.

- Energiformer og energikæder og Effekt side 42-50.
- Kinetisk energi side 55-57.

WEB:

<http://drøgstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/da/tour/wres/rose.htm>

<http://drøgstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/da/tour/wres/annu.htm>

Videnomvind.dk

<http://www.videnomvind.dk/samfund.aspx> - video om vindmøllens historie

<http://www.videnomvind.dk/samfund/samfundsmæssige-fordele-ved-vindmoeller.aspx> - samfundsmæssige fordele ved vindmøller

<http://www.videnomvind.dk/samfund/samfundsmæssige-udfordringer-ved-vindmoeller.aspx> - samfundsmæssige udfordringer ved vindmøller

<http://www.videnomvind.dk/fordele-ulemper.aspx> - fordele og ulemper ved vindmøller

PowerPoint-oplæg fra LM Wind Power

FYSISKE MATERIALER

Trailer fra Vattenfall med materiale til forsøg med vindmøller

Vindmøllemodeller

Metalform, lerform og formplast til design af vindmøllevinger

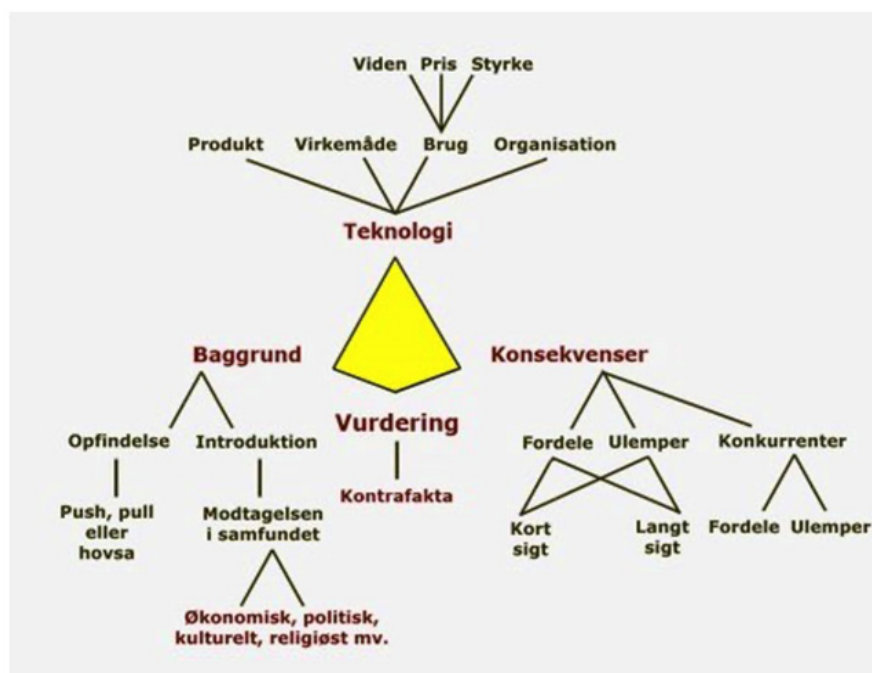
FILM:

Film om Poul la Cour (fra Poul la Cour-museet)

KAPITEL 1: TRE TILGANGE TIL TEKNOLOGIHISTORIE (Historie)

Første lektion er et optaktsmodul til innovationsforløbet, hvor eleverne introduceres til tre tilgange til teknologihistorie ud fra kapitel 1 i i-bogen "Teknologihistorie" af Peder Meyhoff og Peter Mouritsen (se materialeliste). Eleverne arbejder med kendetegnene ved en internalistisk, eksternalistisk og kontekstualistisk tilgang til teknologihistorie og introduceres til en model for den kontekstualistiske tilgang med fokus på samspillet mellem teknologi og samfund, som de skal bruge i forløbet og i salgspitchen for at overbevise om, at det er værd at satse på vindkraft.

Model til teknologihistorisk analyse



Modellen illustrerer samspillet mellem fysik og historie i forløbet. Fysik belyser teknologidelen – hvordan virker vindmøllen – mens historie fokuserer på baggrund for og samfundsmæssige konsekvenser af vindmøllens udvikling. På klassen inddeles eleverne først i basisgrupper, der arbejder nærmere med grundbogens beskrivelse af baggrund, konsekvenser og vurdering. Herefter formidler eleverne deres viden i matrixgrupper, så eleverne får en samlet forståelse for elementerne i den teknologihistoriske analyse.

KAPITEL 2: VINDKRAFTENS UDVIKLING I DANMARK (Historie)

I denne lektion får eleverne et overblik over vindkraftens udvikling i Danmark på basis af nedenstående materiale:

Benny Christensen, Jytte Thorndahl.: Fra husmøller til havmøller – vindkraft i Danmark i 150 år. Energimuseet, Poul la Cour Museet, Nordisk Folkecenter for Vedvarende Energi, Danmarks Vindkraftshistoriske Samling. 2012

1862: Vindkraften bliver givet fri s. 4-5

1877: den første danske vindmølleindustri s. 8-9

1891-1901: Poul la Cours vindmøller i Askov - udviklingen af den ideale mølle s. 12-14

1900-1920: Vindkraftens første "guldalder" s. 18

1920-1940: Overlevelsestrategier s. 22-23

1952-1956: Udviklingen af tre-vingede møller s. 28-29

1975-1978: De nye vindmøllepionerer s. 32 øverste tredjedel + Tvindmøllen satte spor s. 36

1979-1986: Den nye vindmølleindustri i vækst s. 43 venstre kolonne + s. 44-45

1987-1995: En ny global dagsorden s. 46

1996-2000: Ambitiøse udbygningsplaner s. 48-49 første og anden kolonne

2001-2012: 5 års nulvækst og nye havmøller s. 50-51

Energimuseet, Poul la Cour Museet, Nordisk Folkecenter for Vedvarende Energi, Danmarks Vindkraftshistoriske Samling: Kapitler af vindkraftens historie i Danmark 12. årgang. Marts 2018

Poul la Cours "ideale vindmølle" (1901-1957) s. 6

Gedser-møllen (1957-79) s. 9

Tvind-møllen (1975-78) s. 11, 14 billede og billedtekst

Verdens første havvindmøllepark s. 24-25

GRUPPEOPGAVE:

Eleverne inddeles i basisgrupper som hver arbejder med en eller to faser i vindkraftens udvikling i Danmark. Produktkrav til grupperne er, at de skal lave planche der formidler de vigtigste pointer i afsnittet på en letforståelig og "huskbar" måde. De kan evt. lave små tegninger, bokse, figurer eller lignende for at understøtte formidlingen. Produktet formidles i matrixgrupper. (*Brug evt. skemaet på næste side til gruppe- og faseinddelinger*).

Fase 1: 1862-1920: Vindmøllens udvikling og udbredelse i Danmark s.4-5, 8-9, 12-14, 18

Fase 2: 1920-1970: Vindmøllen i modvind s. 22-23, 28-29

Fase 3: 1970-1980: De nye vindmøllepionerer s. 32, 36 + s. 11,14 (Kap. af vindkraftens hist.)

Fase 4: 1980-2019: Den nye vindmølleindustri i vækst s. 43-46, 48-49, 50-51

MATRIXGRUPPER 1-3-5 + 2-4-6	BASISGRUPPER:					
	GRUPPE 1	GRUPPE 2	GRUPPE 3	GRUPPE 4	GRUPPE 5	GRUPPE 6
	Fase 1	Fase 1	Fase 2+3	Fase 2+3	Fase 4	Fase 4
	Elev	Elev	Elev	Elev	Elev	Elev
	Elev	Elev	Elev	Elev	Elev	Elev
	Elev	Elev	Elev	Elev	Elev	Elev
	Elev	Elev	Elev	Elev	Elev	Elev

KAPITEL 3: HVORDAN VIRKER EN VINDMØLLE? (Fysik)

Denne lektion er et optaktsmodul til innovationsforløbet i fysik, hvor der er fokus på, hvordan en vindmølle virker.

Eleverne har før ugen arbejdet med energi fra grundbogen:
Klaus Bruun Pedersen: Luk fysikken ind Fysikforlaget 2018.

- Energiformer og energikæder og Effekt side 42-50.
- Kinetisk energi side 55-57.

I modulet tales om de centrale emner ud fra disse videoer:

Intro til induktion hvordan en elektromotor/generator virker:
<https://www.youtube.com/watch?v=obTnb9gSG34>

De oprindelige historiske baggrund Faraday, Ørsteds forsøg bevægelse af en magnet i en spole etc.

<https://www.youtube.com/watch?v=FlTbOntbKww>

El fra vindmøller (officiel video fra vindmølleindustrien):
<https://www.youtube.com/watch?v=Z3Jy7YLtpUI>

KAPITEL 4: INTROMODUL TIL INNOVATIONSFORLØB

I denne lektion præsenteres rammerne for innovationsforløbet. Lektionen indledes med en definition af innovation ud fra Maybrit Christensen og Irmelin Funch-Jensen: Innovationshjulet (i-bog). Systime 2017. kapitel 3. Innovation defineres som ”nytænkende og løsningsorienteret kreativitet, der skaber værdi og realiseres til gavn for andre”. Herefter præsenteres eleverne for rammerne for forløbet som løber fra mandag til fredag.

Program for lektionen:

- en definition af innovation
- gennemgang af skema for ugen
- gennemgang af grupper
- gennemgang af undervisningsspillet
- gennemgang af program for teknologimessen / undervisningsspillet med besøg fra folkeskolerne
- gennemgang af generelle produktkrav
- gennemgang af fagligt fokus i fysik og historie
- færdiggørelse af arbejde med at få overblik over fire faser i vindkraftens udvikling i Danmark (jf. andet kapitel)

De følgende tre sider udleveres til eleverne. Siderne beskriver ugeplan, grupper, undervisningsspillet /teknologimessen og det faglige fokus i fysik og historie.

PROJEKT

INNOVATIONSPROJEKT

Vi forestiller os, at der har været et kommunalt udbud fra kommunens teknik og miljøudvalg. Det drejer sig om, at byen skal gøres til en mere grøn by ved at omlægge elforsyningen til 100% baseret på vindmøller. Derfor ønsker kommunen at undersøge, hvordan en sådan plan kan realiseres - altså: hvilken vindmølletype skal de vælge, og hvor mange vindmøller af denne type skal opstilles for at hele byens energibehov (til elektricitet) bliver dækket?

Eleverne er opdelt i 6 uafhængige innovationsteams, der hver især skal fremlægge en samlet plan over for repræsentanter for kommunen på en messe. Hvert team ses som et selvstændigt firma, der laver deres eget skræddersyede projektforslag til kommunens udbud. Teamet har altså både en innovationsrolle og en rolle som sælgere af deres egen innovationsidé. Bemærk at de økonomiske aspekter ved udbuddet ikke er med i denne opgave - Teamet skal altså ikke beregne, hvad planen koster, eller hvor mange arbejdspladser den skaffer til byen el.lign.

To folkeskoleklasser besøger gymnasiet til undervisningsspillet. De opdeles i grupper hjemmefra og skal spille kommunens repræsentanter fra teknik og miljø. De er altså kunder i dette spil og skal derfor i sidste ende bestemme hvilket firmas løsning, der samlet set er bedst. Der kåres to vinder-teams, når messen er slut.

OVERBLIK OVER PROJEKTUGEN:

Modul:	Mandag:	Tirsdag:	Onsdag:	Torsdag:	Fredag:
1	Projektetablering	Besøg på Poul la Cour museet	Projektarbejde i fysik/historie Udarbejdelse af salgspitch ud fra produktkrav	Projektarbejde i fysik/historie Udarbejdelse af salgspitch ud fra produktkrav	Teknologimesse og evaluering
2	Oplæg fra LM Windpower				
3	Eksperimenter med vindmøllemodeller	Design af vindmøllevinger ud fra oplæg og eksperimenter			
4					

PROJEKTETABLERING: (Mandag)

Hvert team vælger et godt og dækkende firmanavn og skal i løbet af ugen designe et lille logo, som kan males på de vindmøllevinger, som produceres i plastik.

TEKNOLOGIMESSEN: (Fredag)

Her får hvert team/firma sit eget klasselokale med projektor og skal på 10 min præsentere ideen for gruppen af kommunens repræsentanter (dvs. en gruppe bestående af folkeskole-elever). Der laves i alt tre runder som skifter hvert 20. min således at nye teams og kunder hele tiden mødes. Når teamet har fremlagt deres idé skal kunderne stille uddybende spørgsmål. Inden kunderne går videre til næste stand vil de udfylde et spørgeskema, der viser om fremlæggelsen har dækket de faglige krav, der på forhånd er stillet i historie og fysik. Teamet kan maksimalt score 90 point pr. fremlæggelse.

Teamet har ansvaret for:

- Allerførst tydeligt at fortælle teamets firmanavn, så kunderne kan skrive det ned på deres spørgeskema.
- At alle i teamet deltager ligeligt i fremlæggelsen.
- At samtlige fag-faglige aspekter ved projektet bliver fremlagt.
- At give kunderne lejlighed til at stille spørgsmål til sidst.

Kunderne har ansvaret for:

- At stille spørgsmål til teamet
- At tælle deres afgivne points sammen på spørgearket inden det afleveres til slut.

GENERELLE PRODUKTKRAV:

Teamet skal producere en PowerPoint, som bruges til fremlæggelsen. Den skal indeholde de aspekter fra historie og fysik som I ønsker at fremlægge. Den skal have en længde der passer til 10 minutters fremlæggelse.

FAGLIGT FOKUS I HISTORIE:

I skal tilegne jer teknologihistorisk viden om vindmøllen med fokus på samspillet mellem teknologi og samfund. I skal således lære at anvende en kontekstualiseret tilgang, som både har fokus på udvikling af vindmøllen i Danmark og på de samfundsmæssige konsekvenser af den teknologiske udvikling. I skal bruge jeres viden fra den teknologihistoriske analyse af vindmøllen til at overbevise kunderne fra Teknik & Miljø om, at de skal satse på vindkraft og særligt på jeres vindmølle.

Følgende fire historiefaglige krav skal opfyldes under salgsfrelæggelsen på messen:

- 1) forklare baggrunden for udvikling af vindkraft i Danmark
- 2) belyse milepæle i udviklingen af vindkraft i Danmark og vurdere situationen for vindkraft i Danmark i dag og i fremtiden
- 3) forklare hvordan udviklingen af vindkraft har bidraget til at ændre det danske samfund – økonomisk, energipolitisk, kulturelt
- 4) vurdere fordele og ulemper ved at satse på vindkraft i Danmark

FAGLIGT FOKUS I FYSIK:

I skal i løbet af ugen lære nyt om fysikken bag vindmølledesign - dels ved oplægget mandag formiddag og - dels ved museumsbesøget tirsdag. Og endelig må I selvfølgelig opsøge viden på nettet og spørge læreren.

Dér hvor I især anvender og afprøver jeres opnåede viden er ved at udføre en række forsøg med gymnasiets vindmøllemodeller i fysiklaboratoriet. Først laves forsøg med de vinger, der hører til modellerne. Senere skal I selv designe egne møllevinger i plastik. Disse formstøbes i en metalform + en form (af ler). I vælger selv f.eks. antallet af vinger og hvor meget de skal krænge/bøje ved placeringen i metalformen. På vingerne kan I tegne Jeres eget firmalogo med tusch.

På messen under salgs-fremlæggelsen skal teamet sørge for at opfylde disse fire fysikfaglige krav:

1) I skal over for kunderne demonstrere, hvordan bevægelsesenergien fra vinden omdannes til elektrisk energi. Hertil kan bruges spoler, magneter, ledninger og sensorer, som måler elektrisk strøm eller effekt. I skal ikke sætte tal på - kun vise principperne ved induktion af strøm med en generator. (dette kaldes kvalitative undersøgelser!). Bemærk: I kan ikke tage ret meget udstyr med til messen - lav et kort filmklip eller en skitse, der viser fænomenet!

2) I skal forklare kunderne, hvordan møllerne bør retningsplaceres – dvs. retning mod (Syd, Nord, Øst eller Vest) - fortæl også om de forventede vindhastigheder, man har i DK.

3) I skal vise kunderne, hvor mange møller I vil foreslå, at der opstilles i vindmølleparken – her bruges statistiske tal over antallet af husstande i Varde, en husholdnings gennemsnitlige energiforbrug i kWh pr. år, samt tal for hvor mange kWh en given mølletype producerer på ét år

4) I skal (ikke mindst!) vise kunderne, at jeres egne formstøbte møllevinger er velgennemtænkte dvs. designet er baseret på konkrete målinger i de forsøg I selv har lavet. Herunder bør I forklare, hvorfor I har valgt dette antal vinger (2,3,4, flere?) og hvad der gør at netop disse vinger sat på en mølle giver høj effektivitet.

Igen: I skal ikke gentage forsøget på messen – optag et filmklip der viser hvordan og hvad I målte. Men I må gerne medbringe jeres egne møllevinger, så kunderne kan vurdere om de er solide nok!

KAPITEL 5: OPLÆG FRA LM WIND POWER (Fysik)

Armin Hermes, ingeniør fra LM Wind Power, holder oplæg for eleverne om hvordan vindmøllen producerer strøm og om teorien bag konstruktionen af vindmøllevinger. Eleverne skal bruge viden fra oplægget til deres salgspitch og til design af deres egne vindmøllevinger.

Armin Hermes kan bookes gennem Engineer the Future:

https://engineerthefuture.dk/book-en-ekspert-nye-gymnasiebesoeg-i-region-midt/?_ga=2.204679504.1343292610.1572939921-204404730.1550576211

KAPITEL 6: EKSPERIMENTÈR MED VINDMØLLER (Fysik)

I denne lektion laver eleverne eksperimenter med modeller af en vindmølle, som danner baggrund for, at eleverne kan lave det optimale design af deres egne vindmøllevinger.

Eleverne arbejdede med følgende forsøgsbeskrivelse:

Eksperimenter med modeller af en vindmølle i fysiklaboratoriet

En konstant vind har en bevægelsesenergi $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, som afhænger af luftens densitet og vindens hastighed i 2. potens.

En konstant vind har en effekt $P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot A$, som afhænger af luftens densitet og vindens hastighed i 3. potens.

Betz' lov fra 1927 siger, at vi maksimalt kan udlede 59 % af vindens energi uanset vindmøllens design og placering.

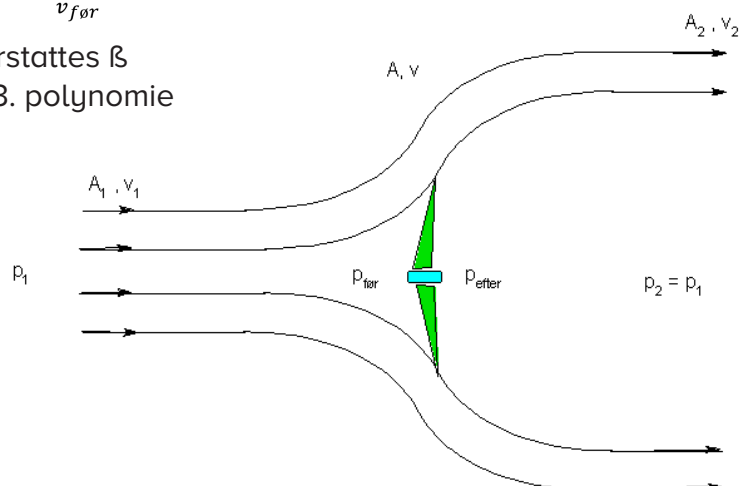
For at kunne udnytte mest mulig af vindens energi, er det helt centralt at se på forholdet mellem vindens hastighed efter vindmøllen og før vindmøllen $\beta = \frac{v_{efter}}{v_{før}}$.

Man kan udlede og vise at den optimale β -værdi er $1/3$

Den maksimale vindmølleeffekt C_P kan udledes matematisk til $C_P = \frac{1}{2} \cdot (1 - \beta^2) \cdot (1 + \beta)$, hvor eneste ubekendt netop er $\beta = \frac{v_{efter}}{v_{før}}$.

For at finde ro i matematikken erstattes β med x , og vi ser forhåbentlig et 3. polynomie tone sig frem.

Modellen og figuren udtrykker noget af det, som er beskrevet ovenfor:



VINDMØLLEEKSPERIMENT 1: BESTEMMELSE AF VINDENS TEORETISKE EFFEKT

Den teoretiske effekt P målt i W af vinden, hvor densiteten ρ målt i $\frac{kg}{m^3}$, vingernes rotationsareal A målt i $\frac{m^2}{s}$ og vindens hastighed v målt i m/s indgår i 3. potens bestemmes med formlen:

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

I eksperimentet ændres vindens hastighed ved at ændre på afstanden mellem vindmøllen og vindgiveren. Vindens hastighed kan opsamles i Capstone eller manuelt med en håndholdt vindhastighedsmåler.

FORSØGSOPSTILLING:

Beregn og udfyld nedenstående tabel:

Afstand	0,20 m	0,40 m	0,60 m	0,80 m	1,00 m
Vindhastighed v					
Effekt P					

Lav en polynomiel 3. grads regression og tegn funktionen i dit CAS-værktøj. Vindhastigheden repræsenterer x-værdien og effekten repræsenterer y-værdien.

VINDMØLLEEKSPERIMENT 2: BETYDNING AF VINGERNES PITCH (VINKLING)

Stil først møllen op i en fast afstand fra vindgiveren f.eks. 60 cm. Undersøg om der er en optimal vinkling af vingerne (altså en vinkel hvor effekten bliver størst). Dette resultat gælder så kun for denne vindhastighed. Undersøg om andre vindhastigheder (afstande) giver tilsvarende resultater.

Inddrag også gerne $\beta = \frac{v_{efter}}{v_{før}}$ i jeres eksperimenter og konklusioner.

Vindmølleeksperiment 3 - Tolkning af jeres eget design af vindmølleprofil

Brug de vingeprofiler I selv har bygget i tilsvarende måleserier og sammenlign resultaterne med dem I fandt ovenfor.

Bemærk at I måske har en anden længde af vinger og derfor samlet set bør få en anden effekt!

Inddrag gerne $\beta = \frac{v_{efter}}{v_{før}}$ i jeres eksperimenter og konklusioner igen.

KAPITEL 7: BESØG PÅ MUSEET. VI SER PÅ VIND (Fysik og historie)

Ekskursion til et lokalt museum som kan fortælle om vindkraftens historie, og hvor eleverne kan få konkretiseret historien, gennem museumsgenstande og udstillinger.

Eksempler på museer, der arbejder med vindkraft:

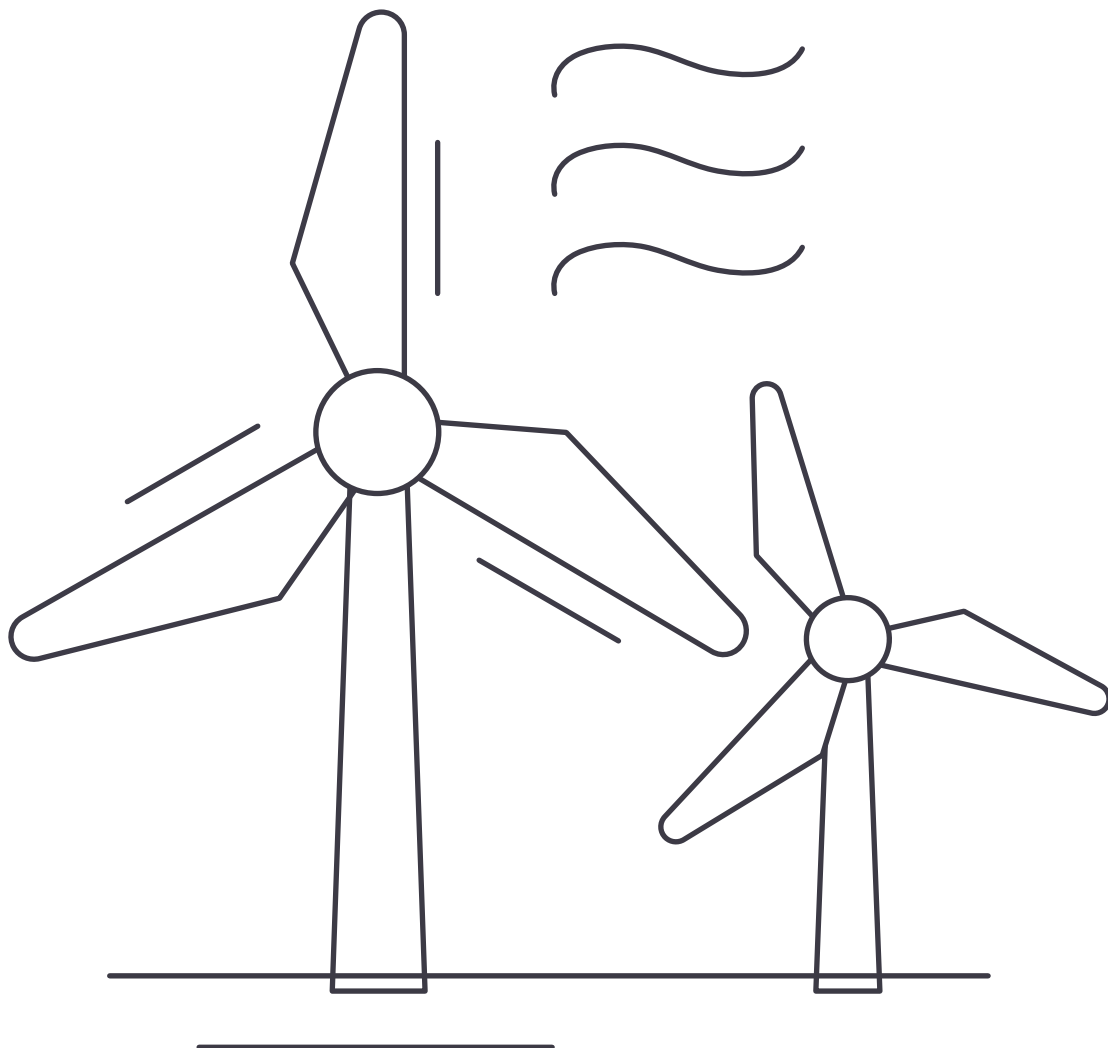
Poul la Cour museet i Askov, hvor eleverne får en times oplæg om Poul la Cours virke med særligt fokus på teknologihistorien og Bernouillis princip. Eleverne skal bruge oplægget til at designe deres egne vindmøllevinger og til at få et indblik i Poul la Cours betydning for brug af vindmøllen til elproduktion.

Derudover får eleverne et indblik i udfordringer og løsninger i forhold til lagring af energi fra vindmøllen.

Blåvandshuk fyr, med Horns Rev udstillingen, hvor eleverne får et oplæg om funktionen af og baggrunden for etableringen af Horns Rev havvindmølleparkerne.

Eleverne kan se vindmøllerne fra udstillingens terrasse og fra selve fyret.

Ved besøget præsenteres eleverne for dilemmaer om landets energiforsyning med hensyn til miljø og økonomi.



KAPITEL 8: OPTISK LABORATORIUM (Fysik)

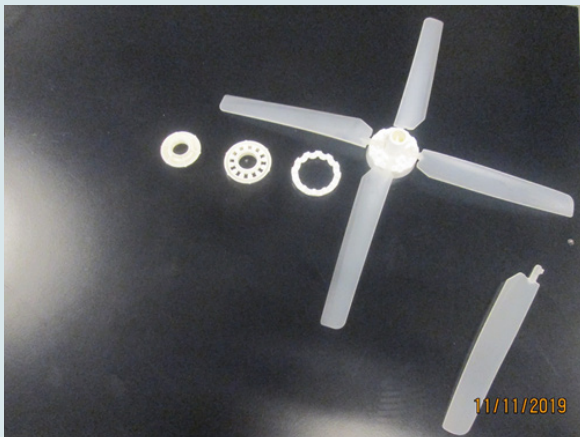
I denne lektion designer eleverne deres egne vindmøllevinger med formplast i laboratoriet på basis af de eksperimenter de har lavet i tidligere modul (sjette kapitel).



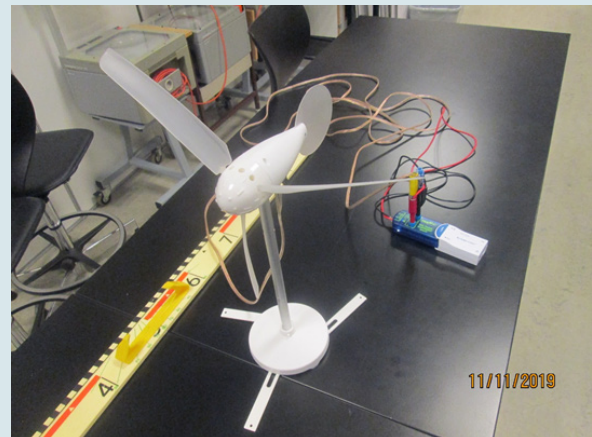
1: Gryden til at smelte plastikken i.



2: Skelettet af træ bygges. To tændstikker og to træspyd.



3: Samling af møllerne



4: Opstillingen

KAPITEL 9: PROJEKTARBEJDE I FYSIK OG HISTORIE

Eleverne arbejder projektorienteret i syv lektioner, hvor de forbereder deres PowerPoint til salgspitchen til teknologimessen ud fra de produktkrav som er angivet i materialet til eleverne (fjerde kapitel). Elever arbejder således med færdiggørelse af vindmøllevinger, brug af teknologihistorisk viden i salgspitchen, videooptagelse af forsøg og forberedelse af formidling til salgspitch ved teknologimessen.

KAPITEL 10: TEKNOLOGIMESSE

Grupperne fremlægger deres salgspitch for folkeskoleelever fra to 8./ 9. klasser.

Program:

8.00-8.30: Klargøring af stand

8.30-8.40: Velkomst, præsentation af undervisningsspillet, rollefordelingen, gruppeinddeling, lokaleoversigt

8.40-9.00: Runde 1

9.05-9.25: Runde 2

9.30-9.50: Runde 3

9.50-10.00: Kåring af vinderprojekter

10.00-10.20: Sandwiches og sodavand

10.20-10.30: Tak for i dag

10.30-11.15: Evaluering af projekter og projektugen

PROGRAM FOR DAGEN:

	GREEN WIND	VENTUM POWER	WW POWER	GREEN FUEL	SWING WIND	WINDEX ENERGY
Runde 1 8.40 - 9.00	Elevgruppe 1 Folkeskole 1	Elevgruppe 3 Folkeskole 1	Elevgruppe 1 Folkeskole 1	Elevgruppe 1 Folkeskole 2	Elevgruppe 3 Folkeskole 2	Elevgruppe 2 Folkeskole 2
Runde 2 9.05 - 9.25	Elevgruppe 2 Folkeskole 1	Elevgruppe 1 Folkeskole 1	Elevgruppe 2 Folkeskole 1	Elevgruppe 2 Folkeskole 2	Elevgruppe 1 Folkeskole 2	Elevgruppe 3 Folkeskole 2
Runde 3 9.30 - 9.50	Elevgruppe 3 Folkeskole 1	Elevgruppe 2 Folkeskole 1	Elevgruppe 3 Folkeskole 1	Elevgruppe 3 Folkeskole 2	Elevgruppe 2 Folkeskole 2	Elevgruppe 1 Folkeskole 2

Som det fremgår af programmet fremlægger gymnasieeleverne / vindmølleproducenterne tre gange for eleverne fra én af de to skoler. Der kåres to vinderprojekter på baggrund af folkeskoleelevernes feedback og pointgivning. Folkeskoleeleverne (de kritiske købere) arbejder ud fra skemaet, der er vist på næste side.

TEKNOLOGIMESSE: UNDERVISNINGSSPIL OM VINDMØLLER

Faglig tjekliste til de kritiske kunder (folkeskoleeleverne) til vurdering af vindmølleproducenternes (gymnasieelevernes) salgspitch til teknologimessen.

Vindmølleproducentens navn: _____

Faglige spørgsmål i fysik og historie	Bedømmelse fra 1-10 hvor 10 er bedst	Kommentarer / begrundelse
I hvor høj grad [1-10] redegør teamet for hvordan energien fra vinden omdannes til elektrisk energi.		
I hvor høj grad [1-10] får teamet forklaret at netop deres vingedesign giver den lovede effektivitet. (Viser gruppen en målt effektkurve?)		
I hvor høj grad [1-10] forklarer teamet hvordan møllerne skal placeres – dvs. retning (Syd Nord Øst eller Vest) og de forventede vindhastigheder.		
I hvor høj grad [1-10] viser teamet at deres mølledesign dækker behovet i Varde by.		
I hvor høj grad [1-10] forklarer teamet hvordan og hvorfor udviklingen af vindkraft startede i Danmark?		
I hvor høj grad [1-10] kan teamet fortælle om milepæle i udviklingen af vindkraft i Danmark?		
I hvor høj grad [1-10] kan teamet forklare hvordan udviklingen af vindkraft har været med til at forandre det danske samfund?		
I hvor høj grad [1-10] kan teamet forklare fordele og ulemper ved at satse på vindkraft i Danmark?		
I hvor høj grad [1-10] sælger teamet deres produkt på en overbevisende måde?		
SAMLET SCORE		

