

I samarbejde med:



LÆRERVÆRKTØJSSÆT

Indlæring af vindenergi i **grundskolen**

Gennemgået af det videnskabelige kommunikationsudvalg under
Det Europæiske Akademi for Vindenergi



LÆRERVÆRKTØJSSÆT

Indlæring af vindenergi i **grundskolen**

CONTENTS

Om dette værktøj	5
Modul 1: Læring om energi.....	11
Modul 2: Opstilling af et anemometer og måling.....	17
Modul 3: Forståelse af vindturbine teknologi.....	23
Modul 4: Læring om vind	33
Støttemateriale til læreren.....	41



OM DETTE VÆRKTØJ

Vores mål var at udvikle en læseplan for at lære børn om vindenergi i grundskolen. Vi var heldige med at finde de perfekte partnere til dette projekt på Singelijn primærskole i Bruxelles, hvor dette projekt blev oprettet og gennemført med succes.

Dette lærerværktøjssæt er baseret på resultatet af dette projekt, der blev gennemført med en klasse af 12-årige i 6. klasse fra november 2020 til april 2021.

Skolen mente, at denne særlige aldersgruppe — 12-årige — med størst sandsynlighed ville værdsætte og drage fuld fordel af emnet. De deltagende studerendes baggrundskendskab og com-petencer beskrives nærmere nedenfor og bør tjene som en klar indikator for, hvilken grundlæggende knowhow der er nødvendig for at gennemføre dette værktøjssæt med succes.

Læseplanen blev udformet af skolelæreren og hans klasse af 20 børn, og den blev tilpasset deres læringsmål og -interesser. Den forbinder **naturvidenskab/teknologi, matematik, historie, geografi** og **grammatik** med vindenergiemner. Vindenergiområdet er blevet integreret i skolens pædagogik og det overordnede skoleprogram.

Den lærer, der stod i spidsen for dette projekt, havde ingen tidligere baggrund inden for vindenergi. Han fik støtte gennem udviklings- og gennemførelsesfasen af to eksperter (universitetsprofessorer), som hjalp ham med at udarbejde modulet.

Dette værktøjssæt er baseret på erfaringerne fra dette pilotprojekt. Den tager hensyn til kommentarer og indsigt fra læreren og eleverne. Værktøjssættet som helhed blev gennemgået af det videnskabelige kommunikationsudvalg under Det Europæiske Akademi for Vindenergi (teknisk University of Delft, Danmarks Tekniske Universitet, Politecnico di Milano, Texas Universitet, Dallas og von Karman Institute for Fluid Dynamics).

Dette værktøjssæt er udformet til alle skoler og lærere, der ønsker at undervise deres elever i vindenergi.

Det kræver ikke, at lærerne har haft en specialiseret uddannelse for at gennemføre denne læseplan. Dette program kan gennemføres fuldt ud eller anvendes på en fragmenteret måde, der er tilpasset elevernes læringsmål.

Vi er her for at hjælpe, hvis alle har brug for hjælp og støtte.

Lad os komme i gang!



Se denne video for at høre, hvad læreren og eleverne skulle sige om det.



SÅDAN BRUGER DU DENNE VÆRKTØJSKASSE: LÆRERVEJLEDNING

- Værktøjskassen har fire moduler, der kan anvendes i sekvens eller tilpasses afhængigt af læringsbehovene:
 - › **Modul 1:** Læring om energi
 - › **Modul 2:** Opstilling af et anemometer og måling
 - › **Modul 3:** Forståelse af vindturbine teknologi
 - › **Modul 4:** Læring om vind
- Hvert modul omfatter:
 - › En **Lesson Plan**, som fastlægger målene for de studerendes læring (viden og kompetencer) og undervisningsaktiviteterne. Det har til formål at hjælpe dig med at forberede dine egne lektioner
 - › Od **Examples af studenterarbejde**, enten i klasseværelset eller som et forskningsprojekt, så du kan se, hvad det endelige produkt eller de endelige resultater kan se ud (de er på fransk, men de har kun til formål at give dig en bred skitse)
- Aktiviteterne omfatter individuelle projekter og gruppeprojekter og bygger på praksis og læring med et godt eksempel
- Værktøjskassen indeholder **støttemateriale** til læreren, herunder teoretiske aspekter samt diagrammer og instrukser, udarbejdet af vindenergieksperter
- Det er beregnet til at blive anvendt uafhængigt, uden at der er behov for en ekstern ekspert
- For dem, der søger mere baggrund, har vi givet links til pålidelige informationsressourcer sidst i dette dokument.

BAGGRUNDSKENDSKAB FOR ELEVER I 6. KLASSE

Eleverne kan bruge dette værktøjssæt til at have følgende viden og kompetencer inden for matematik, naturvidenskab og fysik som beskrevet af deres lærer:

Antal og beregninger:

- Decimaltal, fraktioner og procentsatser
- Tilsætning, multiplikation og subtraktion af store mængder. De har brug for hjælp til at dele store tal

Gengiver en situation ved hjælp af grafer og læser dem korrekt:

- Streggrafer
- Linjegrafer
- Cirkelgrafer/piediagrammer

Målinger:

- Længde fra mm til km
- Overfladeareal og -volumen: m^2 og m^3
- Sådan bruger du et kompas, en protractor og et sæt kvadrater
- Forskellige firsidede former
- Konstruktion af en terning og et rektangulært parallellepiped

Fysik:

- Grundlæggende kendskab til elektricitet
- Eleverne har endnu ikke arbejdet med begrebet hastighed

JEG VIL GERNE LÆRE BØRN OM VINDENERGI PÅ MIN SKOLE. HVOR BEGYNDER JEG?

I dette afsnit vises trinnene i udformningen af en læseplan for vindenergi sammen med dine elever. Hvis du gør det sammen, vil du hjælpe dig med at skabe engagerende team af studerende og bruge programmet på en optimal måde.

Du kan kopiere den, som den er, eller bruge den som inspiration til at lave din egen læseplan baseret på dine elevers læringsbehov, objekters og interesser. Den tid, det tager at udføre denne aktivitet, er ca. to (50 minutters) klasser.

SKRIDT 1

Vurdering af læringsbehov

Bed dine elever om at reflektere over og besvare følgende 4 spørgsmål, uden at de foretager nogen tidligere forskning:



Hvad ved jeg om vindenergi?

Formålet med dette spørgsmål er at vurdere de studerendes viden om vindenergi med henblik på at bygge videre på den. Læreren kan derefter sammenfatte svarene og sætte dem på et whiteboard, hvor eleverne kan visualisere dem.

Eksempler på elevers svar:

- Vindmøller er tilsluttet kraftværker
- Vinden roterer bladene
- Det er dyrt
- Når bladene roterer, producerer de elektricitet, der forsyner byen
- Bladene får motoren til at fungere
- Det er en grøn energi
- Elektricitet sendes til et batteri, hvor den lagres. Derfra går den til husene.

? Hvorfor er vedvarende energi et vigtigt spørgsmål nu?

Formålet med dette spørgsmål er, at eleverne skal gå ind i de bredere klimaændringsspørgsmål for at stå ved, hvorfor de lærer om vindenergi. Svarene kan drøftes i klassen og sammenfattes af læreren på whiteboard.

Eksempel:

- Forurening
- Global opvarmning
- Grøn energi

? Hvordan tror jeg, at en vindmølle arbejder?

For at besvare dette spørgsmål laver eleverne en tegning for at vise, hvordan en vindmølle fungerer.

! Ved at reflektere over de første tre spørgsmål vil læreren og eleverne kunne finde ud af, hvad de ikke ved, og hvad de er mest interesserede i at lære om.

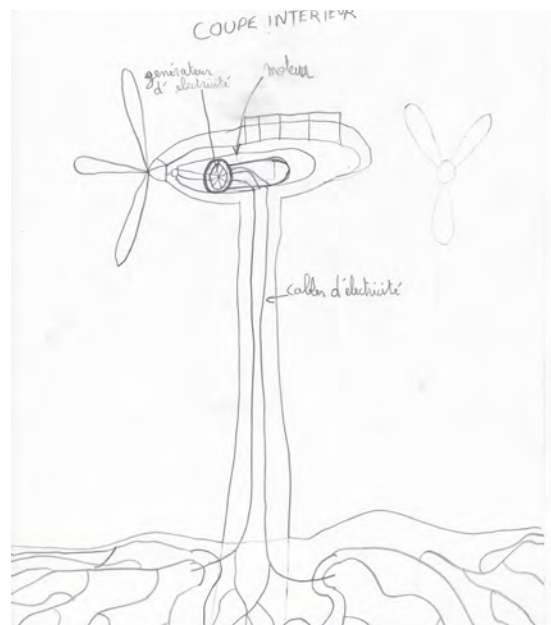
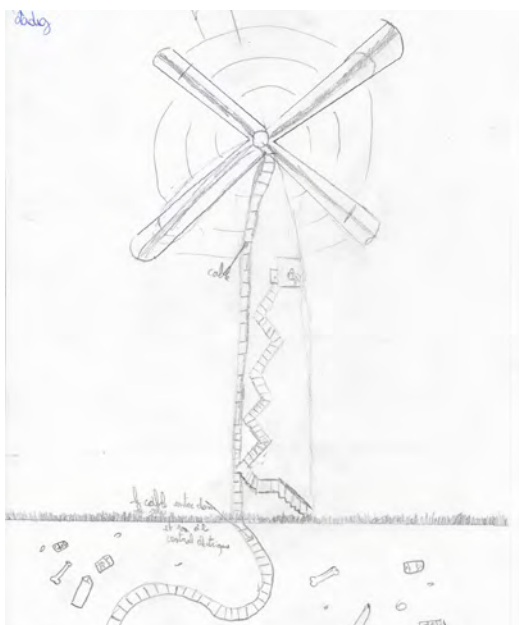
? Hvad ønsker jeg at lære om vindenergi?

Hver elev besvarer dette spørgsmål individuelt. Læreren samler derefter svarene og diskuterer med stu om, hvad de ønsker, og hvad de har brug for at lære:

- Hvordan en vindmølle fungerer mere specifikt hvordan rotationen af bladene bliver til elektricitet?
- Hvem opfandt det?
- Hvordan opbygges det?
- Hvor meget koster det?
- Hvordan virker motoren?
- Hvordan beslutter du, hvor de skal placeres?
- Sammenligning af vindenergi med andre metoder til produktion af grøn energi (solpaneler, vandkraft osv.)
- Vindens historie
- Hvor der opføres vindmøller og de materialer, de er fremstillet af
- Besøg på en vindmølle

FIGUR 1 - 2

Eksempler på elevtegninger:



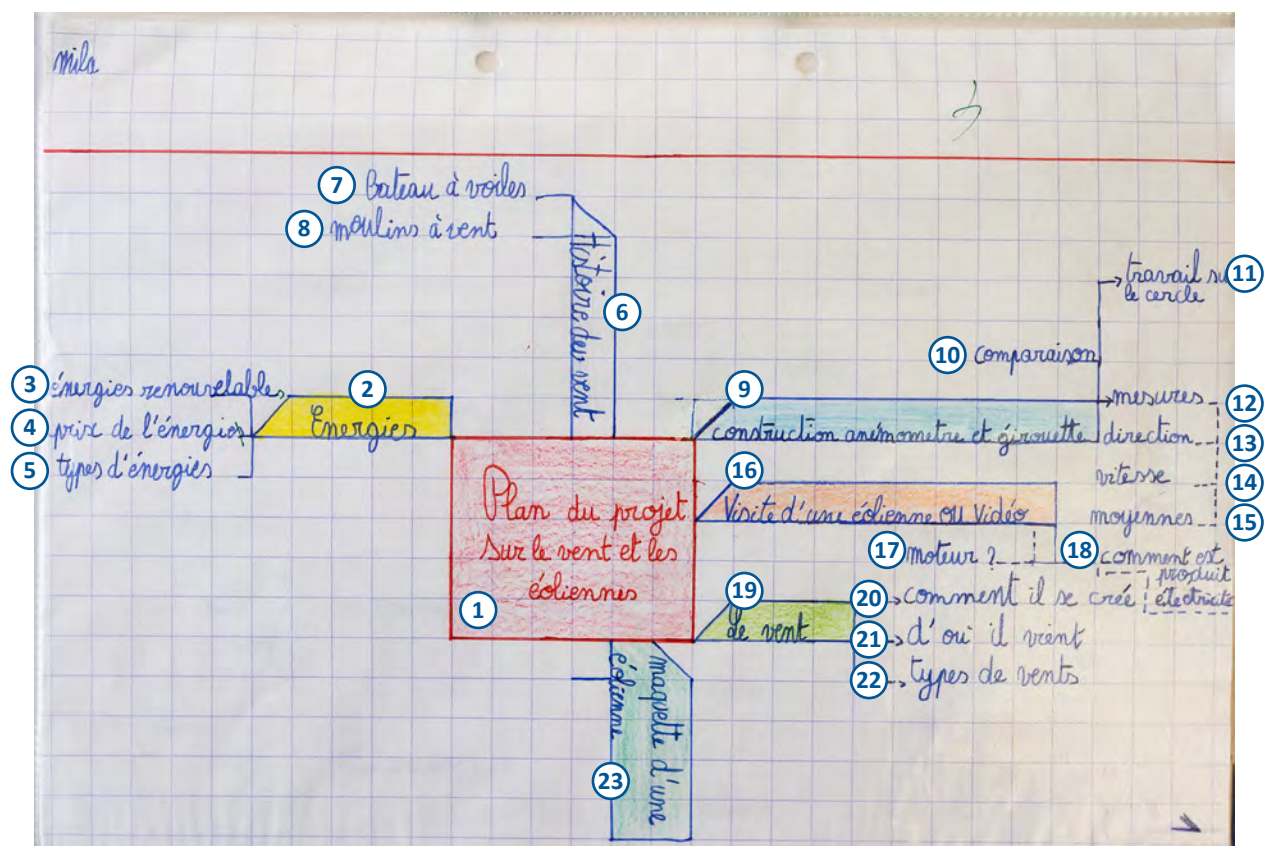
SKRIDT 2

Tilrettelæggelse af læringsbehovene

Eleverne arrangerer deres svar på de tidligere "hvad vil jeg lære om vindenergi" i form af en plan eller et tankekort, der udarbejdes af læreren og eleverne på whiteboard. Hver elev kopierer tankekortet i sin bærbare bog som reference for fremtidig brug.

FIGUR 3

Eksempel på et kort over klasseværelset



1. Projektplan for vind- og vindmøller
2. Energi
3. Vedvarende energikilder
4. Energifriser
5. Energityper
6. Vindens historie
7. Sejlbåde

8. Vindmøller
9. Konstruktion af anemometre
10. Sammenligning
11. Arbejde på cirklen
12. Målinger
13. Retning
14. Hastighed
15. Gennemsnit

16. Besøg på en vindmølle eller video
17. Motor
18. Hvordan produceres elektricitet?
19. Vind
20. Hvordan oprettes det?
21. Hvor kommer det fra?
22. Vindtyper
23. Model af en vindmølle

SKRIDT 3

Tilrettelæggelse af lektionernes rækkefølge

I denne fase tilrettelægger eleverne og deres lærere rækkefølgen af de aktiviteter, de vil følge:

1. Hvad er energi?
2. Anemometre i klasseværelset
3. Brug af et anemometer
4. Anemometeret danner en cirkel
5. Hvor kommer nummeret Pi fra?
6. Min forskning i cirkelområdet
7. Min repræsentation af vindenergi
8. Min observationstegning af en vindmølle
9. Mit sammendrag af videoer om vindmøller
10. Grammatik
11. Min note fra videoer om vindmøller
12. Opførelse af en vindmølle sammen
13. Vind
14. Vores arbejde med aerodynamikken
15. Det globale kort over vind
16. Vindtyper
17. Min repræsentation af åndedrætssystemet
18. Min observationstegning af lungerne
19. Min rapport om lungenes disektion
20. Mit resumé af åndedrætssystemet
21. Min tegning af åndedrætssystemet
22. En vindmølles arbejdsystem

SKRIDT 4

Læseplanen

Resultatet af disse trin kan inddeles i den detaljerede læseplan. Nogle aktiviteter kan udføres samtidig, og rækkefølgen kan ændres i overensstemmelse med klasseværelsets behov.

OVERSIGT 1

MODUL	LEKTION	EMNE	VARIGHED
1. Læring om energi	- Definition af energi og typer heraf - Forskning i energikilder, der præsenterer forskningsarbejdet - Læring om forskellige aspekter af vindenergi: administrative, økonomiske og miljømæssige	- Fysik - Geografi - Historie	- En klasse (50 minutter) for defin — ING energi 5 dage til forskning i energikilder i hjemmet - To klasser (50 minutter) for læring om forskellige aspekter af vindenergi
2. Opstilling af et anemometer og måling	- Opførelse af et anemometer - Anvendelse af et anemometer til måling af vind - Eksperimenter med anemometertages - Måling af omkreds og areal af cirklen lavet af anemometer	- Fysik - Geometri - Mængder	- To klasser (50 minutter) til konstruere anemometrene - To klasser (50 minutter), der skal målinger
3. Forståelse af vindmølle-teknologi	- Vurdering af vores viden om vindturbiner - Lære om, hvordan vindmøller fungerer - Opførelse af en vindmølle og afprøvning af den turbiner - Grammatisk lektion ved hjælp af det nye ord — ulære vindmøller	- Videnskabs/ Teknologi - Physics - Grammatik	- To klasser (50 minutter) til arbejde med vindenergi — OS og en virtuel vindtur - Fire (50 minutters) klasser til opførelse og afprøvning af - En grammatisk lektion er medtaget i denne tidsplan
4. Læring om vind	- Vurdering af elevers viden om vind - Samling af vind- og aerodynamikker eksperimenter - Undersøgelse af det globale vindkort og vind vindkort typer - Vindens historie - Undersøgelse af åndedrætssystemet	- Videnskabs/ Teknologi - Fysik - Geografi - Historie	- Tre (50 minutter) klasserne for vind og forsøg - Tre (50 minutter) klasser til se på det globale og vindtyper - Tre (50 minutter) klasser til undersøg vindens historie



MODUL 1

LÆRING OM ENERGI

OVERSIGT

Dette er en introduktion til definitionen af energi, -fornyelige energikilder og vindenergi i særdeleshed. Ved at udføre en forskningsopgave vil eleverne kunne identificere forskellene mellem de forskellige energikilder. Ved at se og reflektere over gratis videoressourcer kan eleverne lære om forskellige aspekter af vindenergi såsom tilladelsesprocedurer, omkostninger og miljøaspekter.

KARAKTERER

5-6. Primær (10-12 år)

TID

- Én klasse (50 minutter) til definition af energi
- 5 dage til forskning i energikilder hjemme
- To klasser (50 minutter) for at lære om forskellige aspekter af vindenergi

FAG

- Fysik
- Geografi
- Historie

LÆRINGSMÅL

I slutningen af dette modul får eleverne følgende viden og kompetencer:

Viden

- Forståelse af forskellige energityper og -kilder
- De vigtigste overvejelser vedrørende vindenergi: administrative procedurer og tilladelsesprocedurer økonomiske og miljømæssige aspekter

Kompetencer

- At klassificere oplysninger efter definitionsgrupper
- Vælg relevante oplysninger fra et skriftligt dokument og transskriberer dem til deres egne ord
- At organisere oplysninger i et skriftligt dokument
- At præsentere mentale billeder/gengivelser i form af tegninger og tekst
- At fjerne oplysninger fra en video i form af tegninger
- At tage noter i form af nøgleord, når du ser en video

LEKTIONSPLAN

MATERIALER

YouTube-videoer om: havvindmøller, administrative procedurer og tilladelsesprocedurer økonomiske og miljømæssige aspekter af vindenergi.

METODE

DEL I LÆRER OM ENERGI

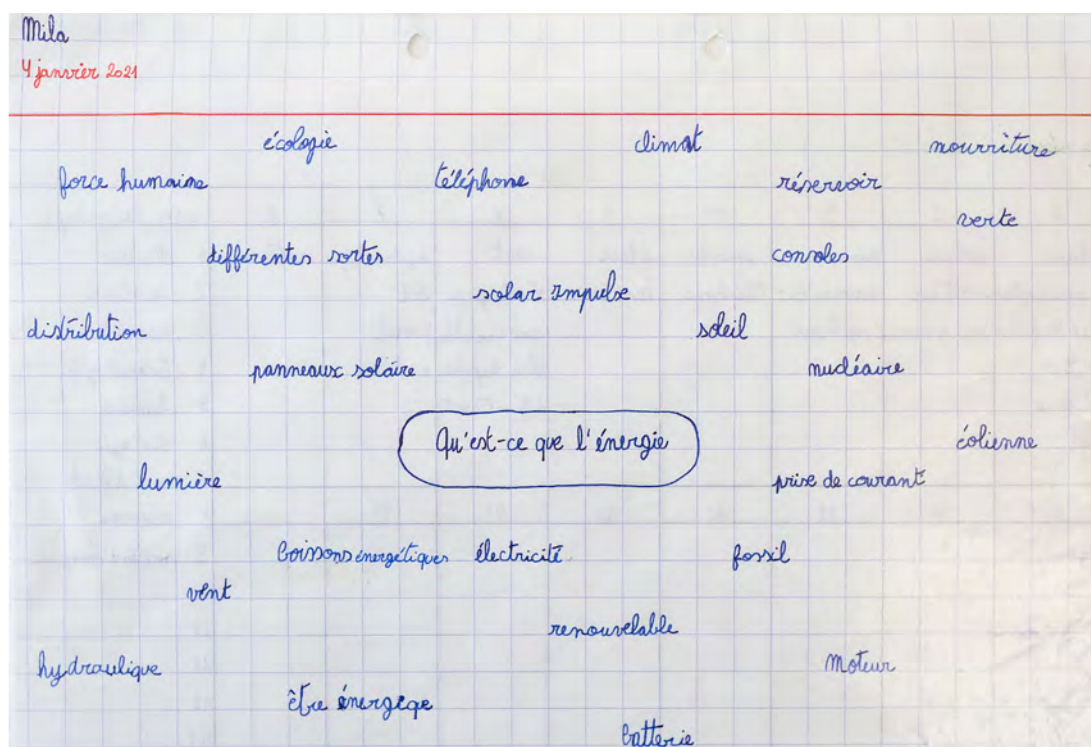
SKRIDT 1

Indførelse af energi

- I klasseværelset tænker hver elev på nogle få ord, der kommer til udtryk, når de hører ordet "energi"
- Læreren skriver disse ord på whiteboard i ingen specifik rækkefølge
- Eleverne kopierer alle ord fra whiteboard i deres bærbare computer

FIGUR 4

I dette eksempel kom eleverne med, når de tænkte på energi: økologi, klima, fødevarer, menneskelig styrke, telefon, reservoir, grøn, forskellige typer, konsoller, distribution, sol, solpaneler, kernekraft, lys, stikdåse, vindmølle, energidrikke, elektricitet, fossil, vind, vedvarende energi, motor, energi, batteri.



SKRIDT 2

Definition af energi

Eleverne og læreren forsøger at definere energi og sammenfatte deres konklusioner som følger:

- Energi er usynlig, men vi kan se den reaktion, den fremkalder
- Vi har brug for energi for at få tingene til at fungere
- Energi kan ændre form

SKRIDT 3

Energityper

Læreren giver et overblik over de to typer energi: kinetisk og potentiel (tabel 2). På grundlag af denne diskussion arbejder eleverne i par for at klassificere energi i nedenstående tabel ved hjælp af de ord, de har kopieret i deres bærbare computere på trin 1.

OVERSIGT 2

KINETISK ENERGI	POTENTIEL ENERGI
Mekanisk energi: fremstilling med en objektbevægelse	Kemisk energi: kommer af molekyler
Elektrisk energi: kommer fra en elektrisk ladning	Nuklear energi: lageret i atomkernen
Termisk energi: baseret på varme	

SKRIDT 4

Energikilder

Læreren drøfter betydningen af vedvarende energi og fossile brændstoffer med eleverne. Sammen udarbejder de følgende tabel med de ord, der er tilføjet til whiteboard i trin 1.

OVERSIGT 3

VEDVARENDE ENERGIKILDER	FOSSILE BRÆNDSTOFFER
Vindenergi	Gas
Solenergi	Kul
Vandkraft	Olie

SKRIDT 5

Forskning i energikilder

Hver elev udvælger én type energi og udfører en forskningsopgave hjemme i løbet af ugen, hvor han/hun sammenfatter disse tre hovedopgaver på en enkelt plakat:

- Hvor kommer energien fra?
- Kan den fornyes eller ej?
- Hvilke fordele og ulemper er der forbundet med denne type energi?

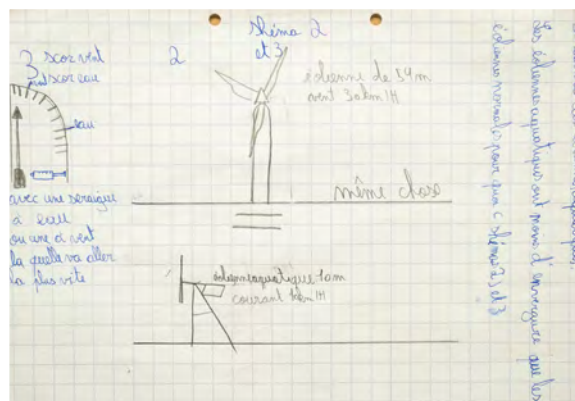
SKRIDT 6

Præsentation af forskningsarbejdet

- Hver studerende præsenterer sin plakat for resten af klassen
- En kopi af hver plakat distribueres til alle eleverne, så de har et resumé af alle de andre typer energi, de kan lære af

FIGUR 5

Elevplakat, der sammenligner onshore-vindmøller med havvindmøller, hvoraf det fremgår, at havvindmøller er mindre end onshore-vindmøller. I virkeligheden er det modsatte tilfældet.



FIGUR 6

Plakat for studerende på gas: hvor det er produceret hvornår blev det opdaget for første gang hvordan fremstilles den? hvad er den fremstillet af fordele og ulemper ved gas.



DEL II LÆRER OM FORSKELLIGE ASPEKTER AF VINDENERGI

- Læreren udvælger en række videoer fra YouTube, som omhandler forskellige aspekter af vindenergi: administrative procedurer og tilladelsesprocedurer vindenergiens økonomiske og miljømæssige aspekter.
- Eleverne er inddelt i fire grupper. Hver gruppe ser en anden video om et bestemt aspekt af vindenergi (de er på fransk, men de har kun til formål at give dig et bredt overblik):

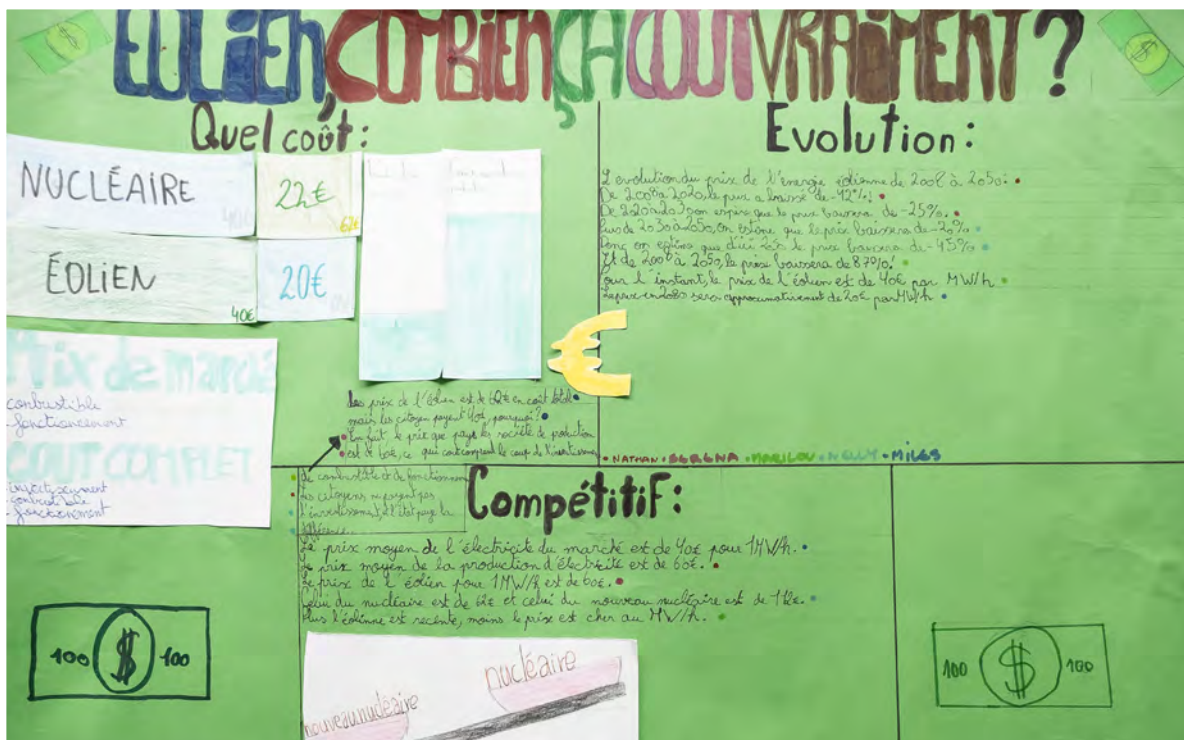
- › **Gruppe 1: Hvordan havvindmøller fungerer**
<https://www.youtube.com/watch?v=iSfeRPa2EuU>
- › **Gruppe 2: Tilladelsesregler og syn på vindmøllers indvirkning på landskabet**
<https://www.youtube.com/watch?v=LG40IrxYnqs>

- › **Gruppe 3: Omkostningerne ved vindenergi**
<https://www.youtube.com/watch?v=0nWM2Wj3YYM>
- › **Gruppe 4: Er vind fremtidens energi**
<https://www.youtube.com/watch?v=7tvX4OJd8Nc>

- Hver gruppe samler en plakat i klasseværelset på grundlag af, hvad de har lært om et specifikt aspekt af vindenergi, og giver en præsentation til resten af klassen.

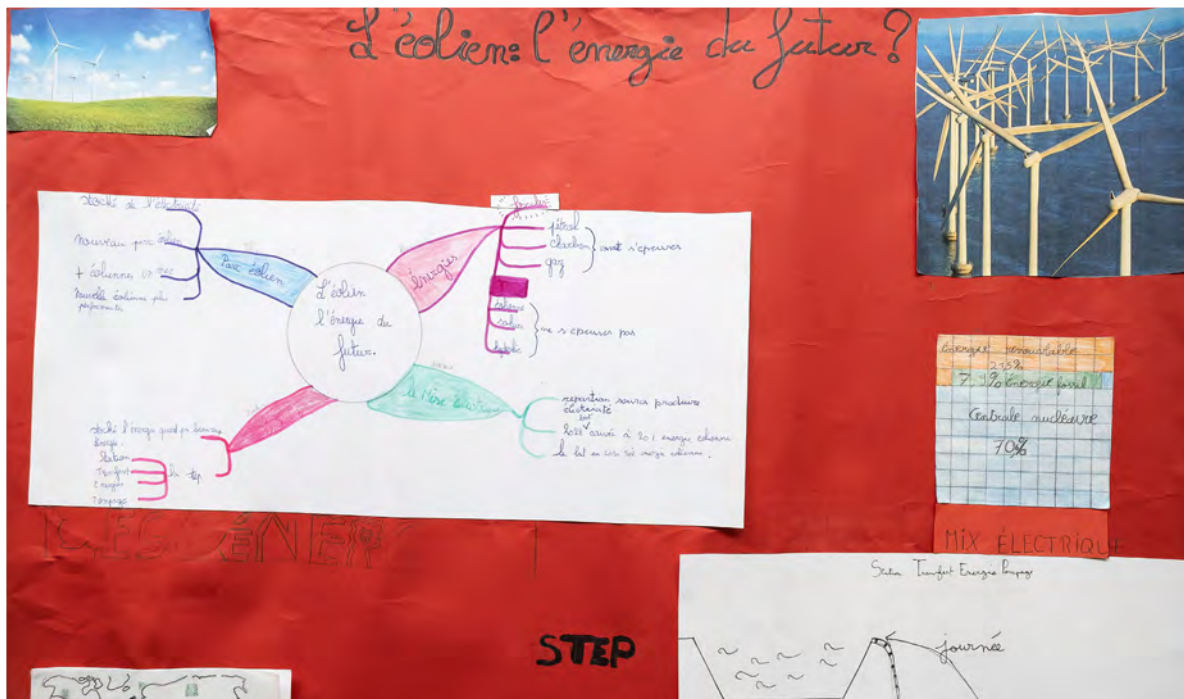
FIGUR 7

Plakat for studerende om omkostningerne ved vindenergi: hvor meget koster det i forhold til kerneenergi? Udviklingen i priserne på vindenergi og vindenergiernes konkurrenceevne.



FIGUR 8

Plakat for studerende om fremtidens energi: hvis vindenergi er fremtidens energi, kræver det, at der opføres nye vindmølleparker, herunder offshore, og nye og mere effektive vindmøller og energilagring..





MODUL 2

OPSTILLING AF ET ANEMOMETER OG MÅLING

OVERSICHT

Eleverne kan lære, hvordan vindhastigheden måles ved at bygge et enkelt koppeanemometer. Til måling af vindhastigheden anvendes et koppeanemometer som det nedenfor anførte. Bægeranemometeret har en lodret akse og tre kopper, der bevæger sig med vinden. En sensor holder øje med, hvor mange spinder pr. minut koppeanemometeret laver. En computer bruger disse oplysninger til at anslå, hvor hurtigt vinden blæser.

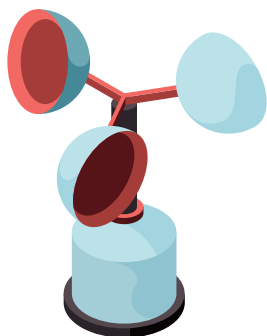
En vindmølle kan kun fungere, hvis den ved, hvor hurtigt vinden blæser, og jo hurtigere vinden blæser, jo mere elec, vindmøllen producerer. Det er grunden til, at den skal måle vindhastigheden, og for at dette skal udstyres med et vindmåler.

Forestil dig en vindmølle, der producerer elektricitet, og vindhastigheden er 5 m pr. sekund. Forestil dig, at vindhastigheden fordobles fra 5 til 10 meter pr. sekund. Med den nye vindhastighed vil vindmøllen producere otte gange så meget elektricitet som før.

KARAKTERER

5-6. Primær (10-12 år)

FIGUR 9
Anemometer



TID

- To klasser (50 minutter) til opførelse af anemometrene
- To klasser (50 minutter) til at foretage målinger

FAG

- Fysik
- Geometri
- Matematik

LÆRINGSMÅL

Ved afslutningen af dette modul vil eleverne have erhvervet følgende viden og kompetencer:

Viden

- Sådan måler du længde
- Hastighed — > Vindhastighed
- Cirkelns omkreds og område: nye formler for læring
- Opdagelse og forståelse af begrebet Pi (π)

Kompetencer

- Planlægning og udformning af et projekt i 3D
- Sammenligning af resultater og tilrettelæggelse af dem i en dobbelt tilmeldingstabel
- Opdagelse og anvendelse af den videnskabelige metode
- Rationel tænkning, når man står over for en udfordring, og identificering af mulige løsninger ved hjælp af tilgængelig dokumentation
- Fremlæggelse af denne begrundelse for gruppen

LEKTIONSPLAN

MATERIALER

- Træskakter
- Trævåben
- Tomme yoghurtpotter
- En mekanisme til at få armene til at dreje

METODE

Spørg eleverne på en vind dag, hvordan de kan måle vindhastigheden?

Svar —> Et anemometer!

SKRIDT 1

Opførelse af et anemometer

- I hold på tre udarbejder eleverne en plan for at opbygge et vindometer ved at besvare disse tre spørgsmål:
 - › Hvor mange våben har det brug for?
 - › Hvilken type kop kan anvendes?
 - › Hvor stor er hver del af anemometeret?
- Hvert hold laver et skaladiagram over sit anemometer (Figur 10)

- På grundlag af tegningen opbygger hvert hold sit anemometer ved hjælp af træ til den vertikale aksel og armene, yoghurtpotter til bægerne og en mekanisme til at få armene til at vende sig

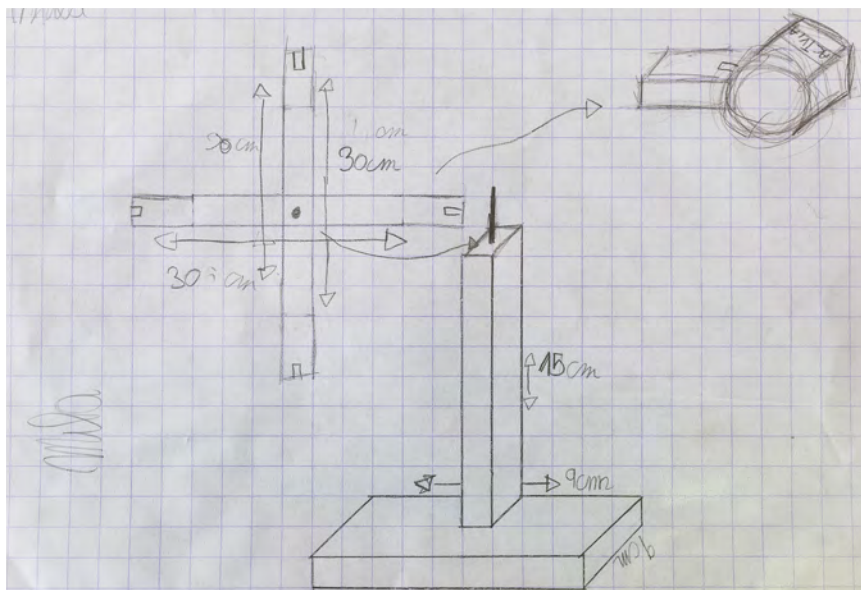
OVERSIGT 4

Eksempler på størrelsen af de anemometre, som hvert team kan bygge

TEAM	Grundlagets størrelse	Størrelsen af den lodrette aksel	Størrelsen af de horisontale arme
1	9 x 9 cm	20 cm høj	15 cm lang
2	15 x 15 cm	40 cm høj	15 cm lang
3	12 x 12 cm	30 cm høj	14 cm lang
4	18 x 18 cm	15 cm høj	15 cm lang
5	20 x 20 cm	40 cm høj	10 cm lang
6	15 x 15 cm	30 cm høj	15 cm lang
7	20 x 20 cm	25 cm høj	20 cm lang

FIGUR 10

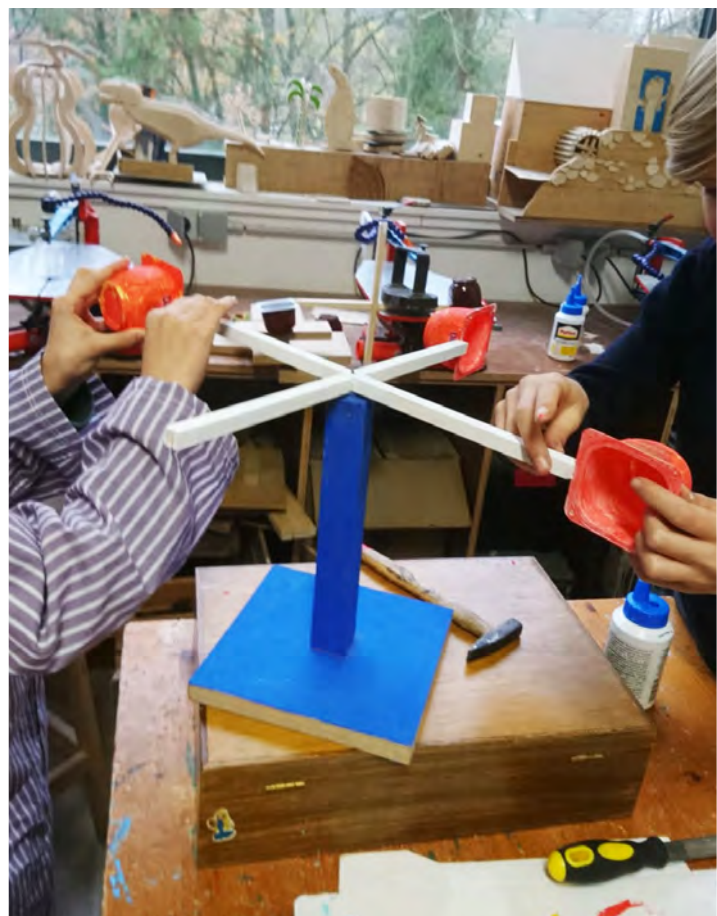
Eksempel på skaladiagram med de forskellige komponenter: bund, lodret aksel, vandrette arme.





FIGUR 11

Eleverne placerer de horisontale arme på anemometerets lodrette aksel.



FIGUR 12

Eleverne fastgør kopperne (tomme yoghurtpotter) til anemometerets horisontale arme.

SKRIDT 2

Anvendelse af et anemometer til måling af vind

Når først anemometrene er bygget, skal de testes.

- På en vind dag tæller hvert hold i et velventileret område på skolelegepladsen det antal spiner, som deres kopper laver i en periode på 30 sekund, ved at anbringe en farvet markør på et af bægerne for at bidrage til optællingen
- Et medlem af holdet registrerer antallet af spiner i en tabel og sammenligner resultaterne med de andre hold
- Jo flere spiner, jo hurtigere blæser vinden, og jo højere vindhastigheden er!

SKRIDT 3

Eksperimenter med anemometer

- Som gruppe bør eleverne drøfte, hvorfor antallet af registrerede spiner er forskelligt fra et team til et andet



Har anemometerarmenes størrelse indflydelse på antallet af spiner?

- For at besvare spørgsmålet bør eleverne gennemføre følgende forsøg i klasseværelset:

Materiale:

- 3 anemometre af forskellig størrelse for bund, lodret aksel og arme fremstillet af eleverne (se tabellen ovenfor)
- 1 ventilator
- 1 kronometer

Hypotese:

Eleverne fremlagde deres egen hypotese: det ethanometer, der har de længste arme, roterer hurtigst.

Forsøg:

- Eleverne tænder på ventilatoren, der vender mod anemometeret
- Prøv forskellige ventilatorhastigheder og -afstande, indtil anemometeret begynder at spinding

- For hvert anemometer tæller eleverne antallet af revolutioner over en periode på 30 sekund
- Eleverne bemærker, at det anemometer, der spænder mest, er det, der har den korteste armlængde

Konklusioner:

Klassen når frem til de samme konklusioner:

- Jo kortere armene på anemometeret er, desto hurtigere er anemometerspinnerne
- Jo længere armene er, desto færre spiner anemometeret
- Bægerne af anemometer bevæger sig i en cirkel
- "Cirkelens længde", der fremkommer ved drejning af bægerne, er kortere, når bladene er kortere



Ved denne sammenligning tages der ikke hensyn til bægerens størrelse. Den indflydelse, som bægerens størrelse har på antallet af spiner, kan være en del af diskussionen med eleverne.

SKRIDT 4

Måling af cirkelens omkreds og areal, som består af anemometeret

Indtil nu har eleverne set, at anemometerkopperne bevægede sig i en cirkel.

Matematikudfordring:

- Bed eleverne om at løse denne udfordring individuelt:



Hvordan måles cirkelens omkreds, når den roterer?

Målinger:

- For at måle omkredsen kan eleverne frit bruge de materialer, de ønsker. Ideelt set kan de bruge en streng til at dække længden af deres cirkel
- Eleverne skriver cirkelens "længde" ned = the **omkredsen (C)**
- Eleverne måler også **diameteren (D)** og **radius (r)** af deres cirkel og skriver dem op.

Sammenligning og observation:

- Bed eleverne om at sammenligne **diameteren** af deres cirkel med omkredsen af deres cirkel
- Eleverne bemærker, at omkredsen udgør lidt mere end **3 gange** cirkelns diameter

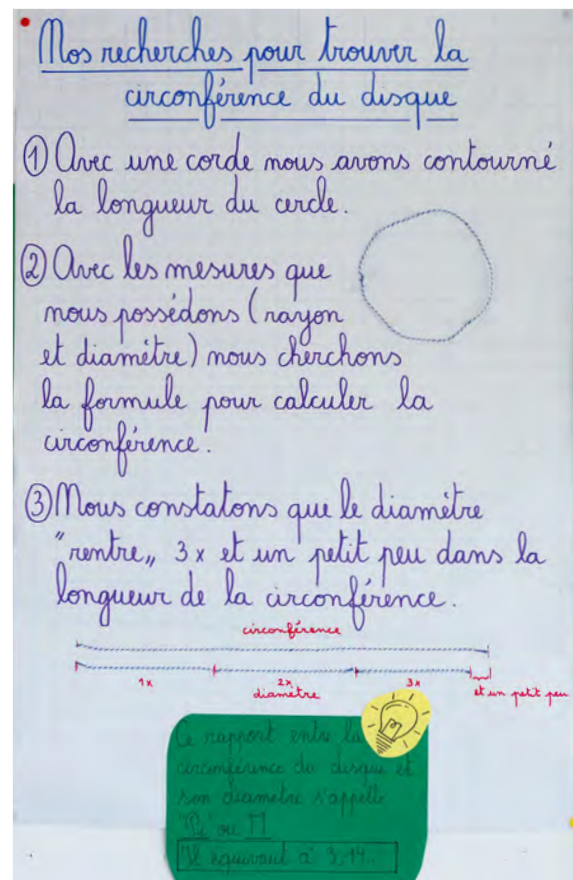
Konklusioner:

Læreren angiver tallet Pi (π) and the formulae til beregning af omkreds og area:

- Forholdet mellem cirkelns omkreds og dens diameter kaldes **Pi (π)**
- **Pi (π)** er lig med **3.14**
- Formlen til beregning af cirkelomkredsen er **$C = \pi \times D$**
- Formlen til beregning af cirkelns areal er **$A = \pi \times r \times r$**

FIGUR 13

Eleverne tager deres konklusioner ned i en bærbar bog



1. Vi sætter en streng omkring cirkelns længde
2. Ved måling af radius og diameter fremkom vi med formlerne til beregning af cirkelomkredsen af anemometerarmene.
3. Vi bemærkede, at omkredsen udgør lidt mere end 3 gange cirkelns diameter.



MODUL 3

FORSTÅELSE AF VINDMØLLETEKNOLOGI

OVERSIGT

Ved at se gratis videoressourcer kan eleverne lære mere om de forskellige komponenter i en vindmølle, og hvordan de arbejder. De vil bygge deres egne vindbænke og teste dem for at beregne den tid, det tager for en turbine at løfte en vægt på 20 g.

KARAKTERER

- 5-6. Primær (10-12 år)

TID

- To klasser (50 minutter) til at arbejde på vindenergivideoerne og en virtuel rundvisning i en vindmølle
- Fire klasser (50 minutter) til opførelse og afprøvning af vindmøller

FAG

- Videnskab/teknologi
- Fysik
- Grammatik

LÆRINGSMÅL

Ved afslutningen af dette modul vil eleverne have erhvervet følgende viden og kompetencer:

Viden

- Hvordan en vindmølle fungerer, og dens forskellige komponenter
- Forstå løfte- og modstandskræfterne
- Forstå produktionen af energi fra rotationer

Kompetencer

- At præsentere mentale billeder/gengivelser i form af tegninger og tekst
- At udtrække oplysninger fra en video
- At tage noter i form af nøgleord, når du ser en video
- At bygge et 3D-objekt ved hjælp af genanvendt materiale

LEKTIONSPLAN

MATERIALER

For at opføre vindmøller i klasseværelset skal du:

- Små vindmøller med en højde på mellem 20 og 50 cm (f.eks. Vestas eller Siemens Gamesa)
- Plastflasker, der måler 1.5 eller 2 liter + bægge
- Sand til at fylde plastflaskerne for at bidrage til at stabilisere dem
- Pap eller papir til fremstilling af bladene
- Træstænger til at holde bladene på plads
- En kork, der hjælper med at fastgøre bladene
- Klæbrig tape og instantlim
- Små generatorer udstyret med en lille LED-pære
- 20 g vægt
- En streng til fastgørelse af vægten på 20 g
- En ventilator



Se den trinvis vejledning til opførelse af en vindmølle med genanvendt materiale i støttemateriale til læreren



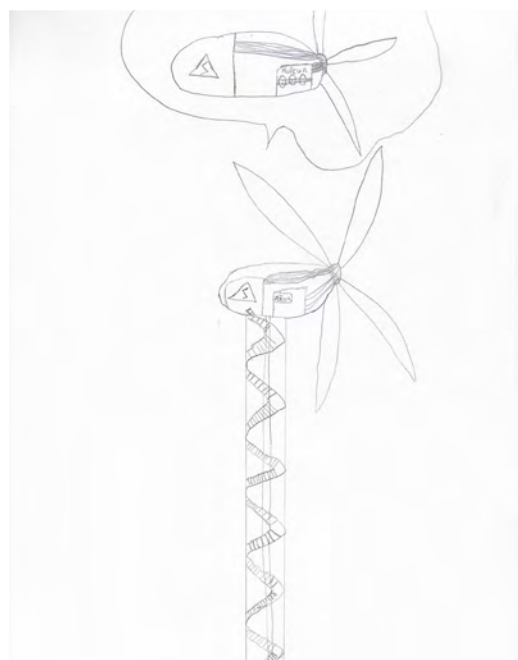
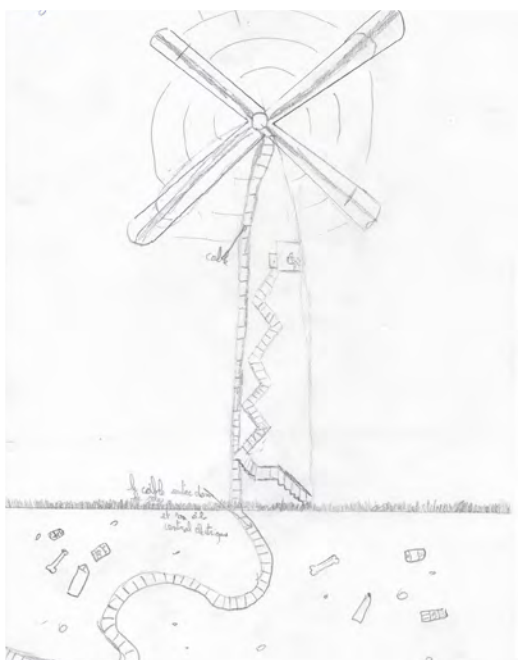
METODE

SKRIDT 1

Opførelse af et anemometer

- Hver elev giver et skriftligt svar på følgende tre spørgsmål og præsenterer sine tanker om vindmøller og vindenergi:
 - › Hvad ved jeg om vindmøller?
 - › Hvad vil jeg gerne lære om dem?
 - › Hvorfor er dette emne relevant?
- Hver elev udarbejder et diagram over en vindmølle, og hvordan den fungerer på grundlag af, hvad de allerede ved/forestiller sig (fig. 14)
- Hver elev forklarer sit diagram i form af tekst
- Dette vil tjene som udgangspunkt for de kommende aktiviteter, når det drøftes, hvordan en vindmølle fungerer

FIGUR 14 - 15



Eksempel på studenterresumé

Udvendigt på en vindmølle

1. KLINGER

- Generelt **tre**
- **Aerodynamisk** form

2. NACELLE

- **Vindenergi:** angiver vindretning
- **Anemometer:** måler vindstyrke
- **Lyssignalbeskyttelse:** beskytter vindmøllen mod lynstrejker

3. TOWER

- **80** meter høj

Indersiden af en vindmølle

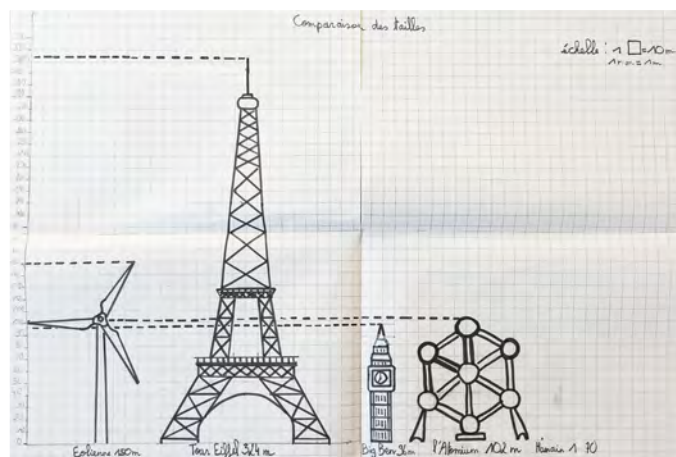
4. NACELLE

- **Generator:** omdannelse af vindenergi til elektricitet
- **Giringsudsving:** hjælper bladene med at ramme vinden
- **Gearkasse:** øger hovedakslens rotation, når der ikke er tilstrækkelig vind
- **Rotorakse**
- **Nødbremse:** standser turbinen, når der er for meget vind

Størrelse af en moderne vindmølle:

FIGUR 16

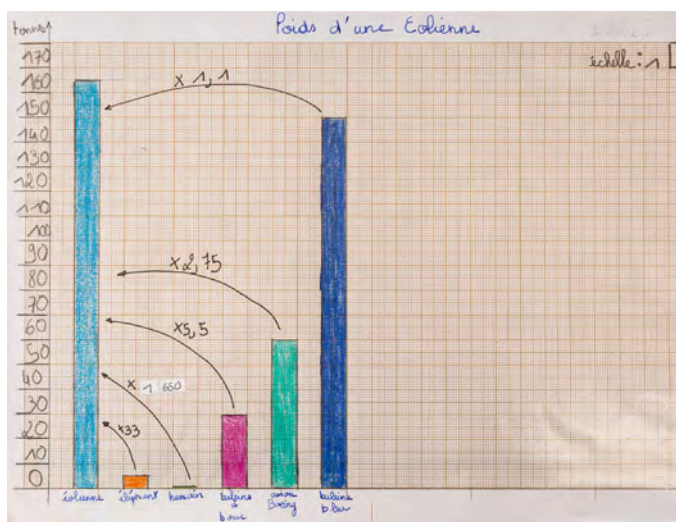
Eleverne beregner højden af en vindmølle: 1 cm = 10 m.



En moderne vindmølles vægt:

FIGUR 17

Eleverne beregner vægten af en vindmølle sammenlignet med en elefant, et menneske, en humlehvale, et Boeing-fly og en blå hval. Skala: 1 cm = 10 tons.



SKRIDT 2

Lære om, hvordan vindmøller fungerer

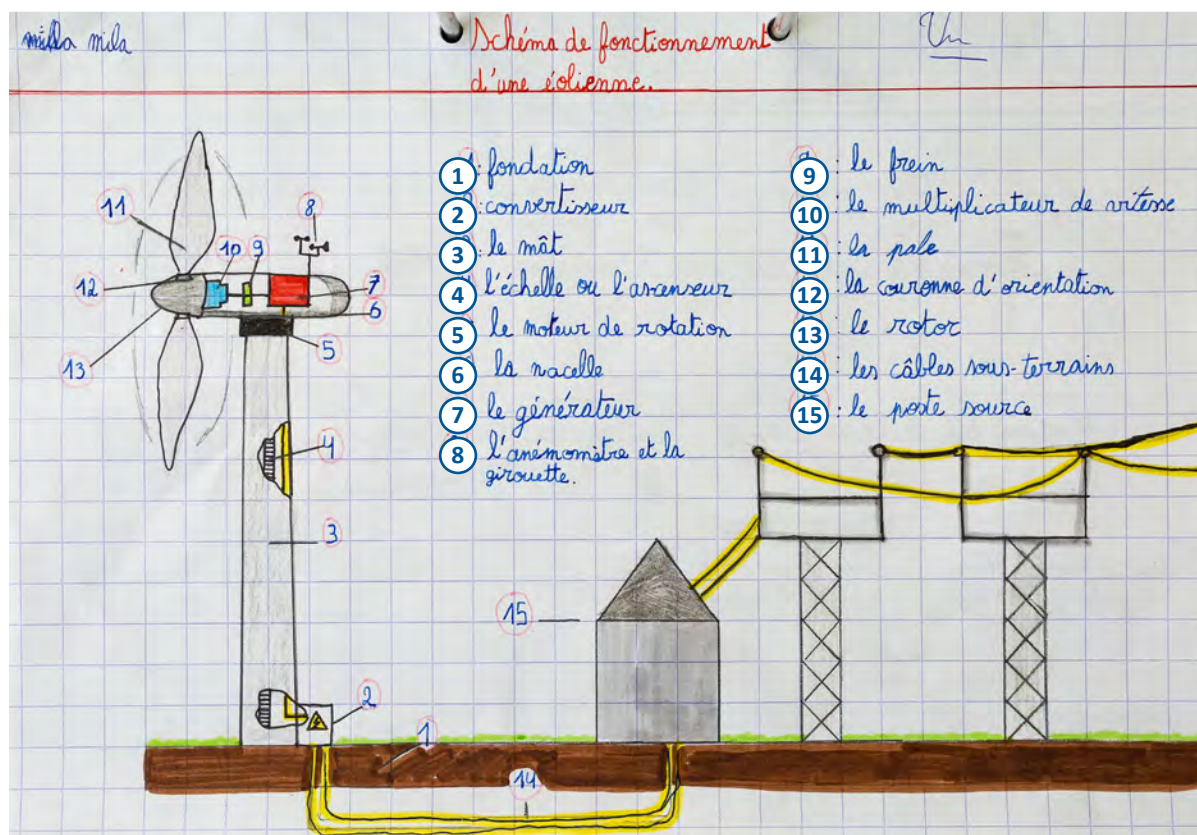
- For at begynde med ser alle elever i klassen en video sammen for at lære mere om en vindmølles forskellige komponenter, og hvordan vindmøller fungerer <https://www.youtube.com/watch?v=gHUIqTT3THU&>.
- Eleverne tager noter, når de ser videoen
- Derefter studerer de reelle små vindmøller (20-50 cm høje, f.eks. Vestas eller Siemens Gamesa)
- Med alt dette kan de give et resumé, der beskriver (se forrige side):
 - › Den udvendige del af en vindmølle
 - › Den indvendige del af en vindmølle
 - › Størrelsen af en moderne vindmølle sammenlignet med andre bygninger, de kender.
 - › En moderne vindmølles vægt

SKRIDT 3

Udarbejdelse af et endeligt diagram over en vindmølle

På grundlag af sammendraget af notaterne fra trin 1 og 2 bør eleverne arbejde sammen på et diagram, der viser en vindmølle og dens forskellige komponenter, som eksemplet nedenfor:

FIGUR 18



- | | | |
|---|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Stiftelse | 6. Nacelle | 11. Rotorblad |
| 2. Tilslutning til elnettet | 7. Generator | 12. Styling af bladhældning |
| 3. Tower | 8. Anemometer og vindrude | 13. Rotornav |
| 4. Adgangslejder eller -elevator | 9. Bremse | 14. Underjordiske kabler |
| 5. Styling af vindretning (Yaw-styring) | 10. Gearkasse | 15. Fordelsstation |

SKRIDT 4

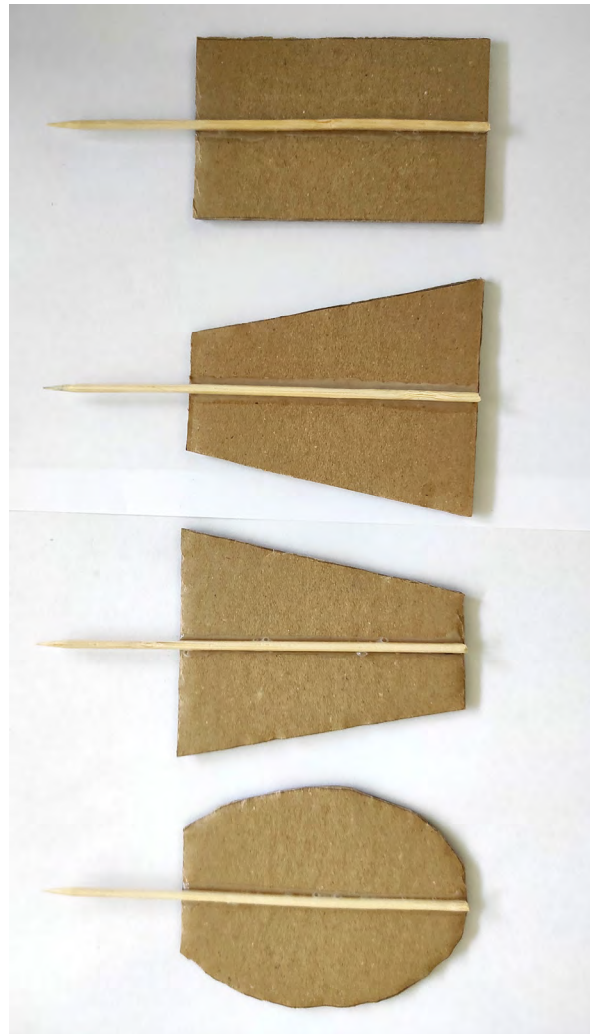
Opførelse af en vindmølle

- For at opbygge en vindmølle i klasseværelset bør eleverne sigte mod at fuldføre følgende udfordring:
 - › **En vindmølle med genanvendt materiale, der kan løfte en modvægt på 20 g lige så hurtigt som lukkelig** (ved hjælp af den trinvis vejledning i afsnittet Støttemateriale til Teacher nedenfor)
 - › **Redegørelse for udfordringen:** Ryggen på en vindmøllerotor kommer fra den aerodynamiske vekselvirkning mellem bladene og vinden. I løbet af denne interaktion skabes der to kræfter: løftekræften, som udløser rotationen, og den trækraft, der virker mod bladets bevægelse i den modsatte retning, forsøger at bremse den. En vindmølles ydeevne med et givet dampeter (begrænset til 30 cm i denne udfordring) afhænger af bladets form og antallet af vinger, der anvendes. For at se, hvad der klarer sig bedst, eksperimenterer eleverne med forskellige bladgeometrier og forskellige bladeintervaller
- Eleverne er inddelt i grupper på 4. Derefter udvælger de det materiale, de har brug for, og tænker på, hvordan de skal bygge deres vindmøller. De bør være opmærksomme på **bladenes orientering, deres form, størrelse og materiale**.
- Fyld flaskerne med sand for at gøre dem mere stabile og fastgør derefter generatoren. Bygge kiler for at forbinde den med flasken
- Når vindmøllerne opføres, tester hver gruppe dem ved hjælp af en ventilator til at generere vind

Vejledning om bladenes form og retning:

Der kan anvendes forskellige typer blade i klassen:

FIGUR 19



FIGUR 20



FIGUR 21

Bladene anbringes på navet, så de vender mod strømmen med maksimal overfladeeksponering. I så fald vil rotoren udvise stærk modstand. Der skabes ingen løftkraft, og rotoren kan ikke sprede.



FIGUR 22

Vindstrømmen er aksial (vinden blæser fra vores placering til rotoren), og hele luftstrømmen vil passere gennem bladene med næsten ingen interaktion overhovedet. Endnu en gang roterer den ikke.



FIGUR 23

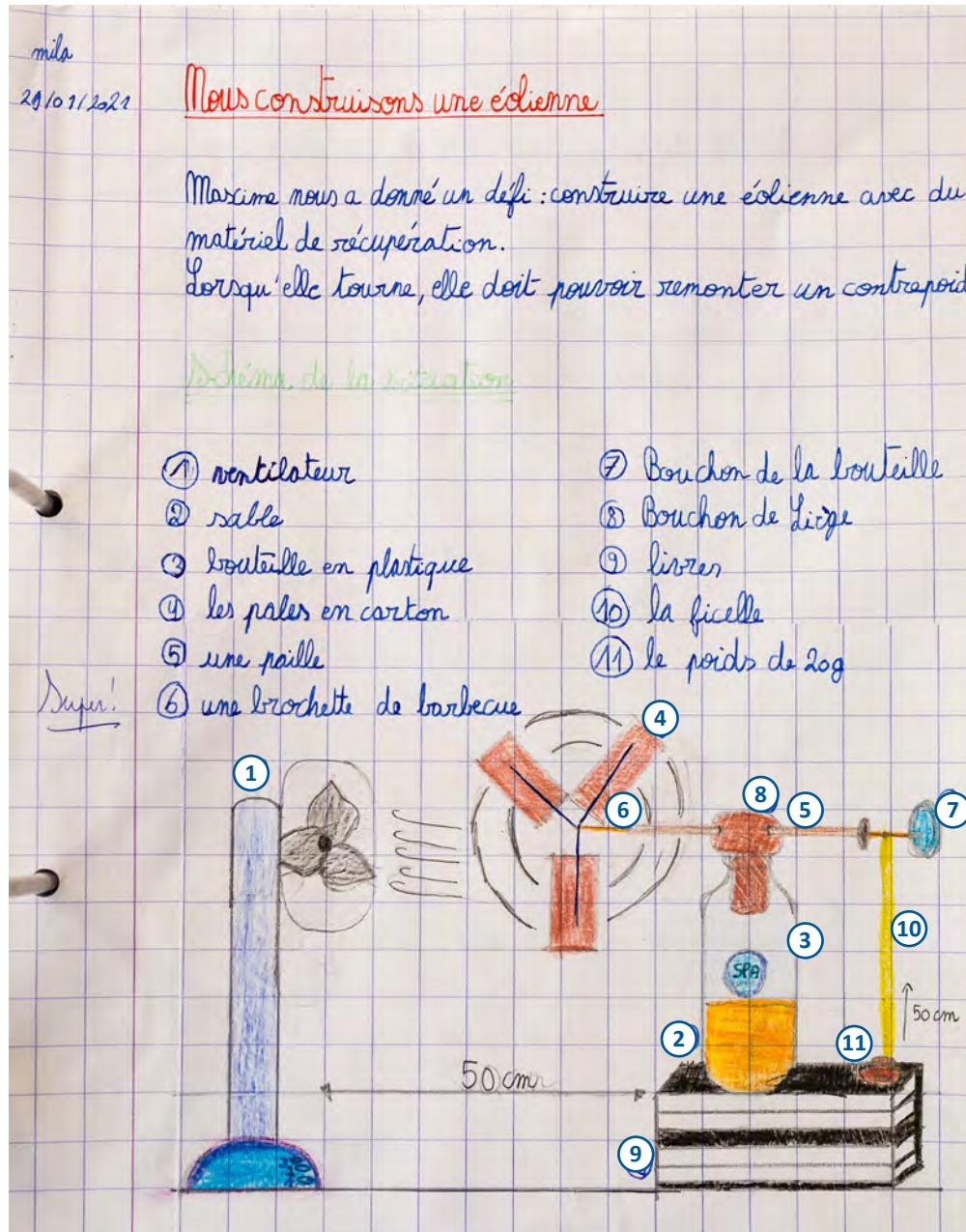
Når bladene drejes i en vinkel på 45° , er der en stærk interaktion mellem den modkørende vind og bladene. Strømningen gennem bladene skaber en løftkraft, der spænder rotoren. Vi kan også sætte andre vinkler end 45° for at finde den bedste vinkel (hældning) for vores rotordesign.



Opførelse af vindmøller:

FIGUR 24

Elevtegning, der forklarer opførelsen af vindmøllen og udfordringen.



1. Ventilator
2. Sand
3. Plastflaske
4. Kartonblade

5. Drikkehalm
6. Barbecue skewer
7. Flaskehætte
8. Cork

9. Bøger
10. Streng
11. 20 g vægt

FIGUR 25

Wind turbines built by the students



FIGUR 26

Studerende med sin vindmølle.



FIGUR 27

Vindmølle lavet af en studerende på en skala fra 1: 100



Udfordringen:

Når alle er klar, kan konkurrencen gå i gang, én gruppe ad gangen. Eleverne skal registrere den tid, det tager deres vindmølle at løfte en vægt på 20 g, ved hjælp af en tabel (se nedenfor).

OVERSIGT 5

GRUPPEN	TID (SEKUNDER)
1	5.40
2	3.42
3	7.73
4	4.04

This challenge can also be carried out using a heavier counterweight.

SKRIDT 5

Grammatisk lektion ved hjælp af kursets ordforråd

For at gøre læseplanen lettere at forstå kan læreren indirekte bruge emnet vindmøller til at undervise i grammatik. Dette kan betyde anvendelse af sætninger fradiskussion som grundlag/materiale for en grammatisk lektion.

Eksempler på sætninger:

- Tirsdag så vores klasse en video om vindmøller
- En vindmølle består af en nacelle og et tårn



MODUL 4

LÆRING OM VIND

OVERSIGT

Ved at gennemføre enkle eksperimenter kan eleverne stå ved, hvordan vinden dannes, og hvad der laver en vindmøllehals blade. De kan lære om forskellige typer vind gennem globale vindkort. En forskningsopgave vil give eleverne mulighed for at lære om vindens historie, fra sejlskibe til moderne vindmøller. Vi bruger vores åndedrætsfunktion til at spille vindinstrumenter, så hvordan fungerer vores åndedrætssystem?

KARAKTERER

5-6. Primær (10-12 år)

TID

- Tre klasser (50 minutter) for vind og forsøg
- Tre klasser (50 minutter), der ser på det globale vindkort og vindtyper
- Tre (50 minutters) klasser, der ser på vinderens historie

FAG

- Videnskab/teknologi
- Fysik
- Geografi
- Historie

LÆRINGSMÅL

Ved afslutningen af dette modul vil eleverne have erhvervet følgende viden og kompetencer:

Viden

- Hvad er vind? Hvordan oprettes den?
- Aerodynamisk aktivitet: almindelige principper
- Vindtyper rundt om i verden
- Historiske perioder: forskellige civilisationers livsstil og overbevisninger
- Åndedrætssystemet: overordnet funktion + diagram

Kompetencer

- Arbejde med den videnskabelige metode
- Formulere en hypotese og kontrollere den
- Undersøg et kort over verden, og find relevante indikationer, der er relevante for temaet
- Klassificere disse nøgletal i grupper
- Husk oplysninger og kunne omskrive dem i deres egne ord på en syntetisk måde
- Undersøg historiske dokumenter og find relevante oplysninger
- Se en dissektion og lave en observationstegning
- Skriv en konto for dissektionen

LEKTIONSPLAN

MATERIALER

- Glas fyldt med vand
- Kort
- Ballon
- Plastflaske
- Varmt vand
- Koldt vand (is)

METODE

SKRIDT 1

Vurdering af elevernes viden om vind

Eleverne begynder med at besvare spørgsmålet:



Hvad ved jeg om vind?

- Hver elev sætter sine tanker om vind (som repræsentation) ned i en tegning og en tekst. Et eksempel på teksten: "Der er mere vind til søs end på land"
- Hver elev forklarer sin tegning og tekst til resten af klassen
- Dette vil tjene som udgangspunkt for de kommende aktiviteter, når der drøftes vind.

SKRIDT 2

Samling af vind- og aerodynamiske eksperimenter

DEL I VIND

På grundlag af elevernes idéer vil de næste to eksperimenter forsøge at bygge videre på deres viden om vind. Eksperterne udføres i overensstemmelse med den videnskabelige tilgang.

FORSØG 1

Lufttryk, også kaldet atmosfærisk tryk

Et glas fyldes til brimen med vand og dækkes med et kort. Glasset vendes langsomt opad. Hvad skal der ske?

Hypotese:

Eleverne laver deres egne hypoteser:

- Små luftbobler vil stige til overfladen
- Papiret vil blive absorberet og vil ikke være på plads
- Dokumentet vil indeholde

Bemærkning:

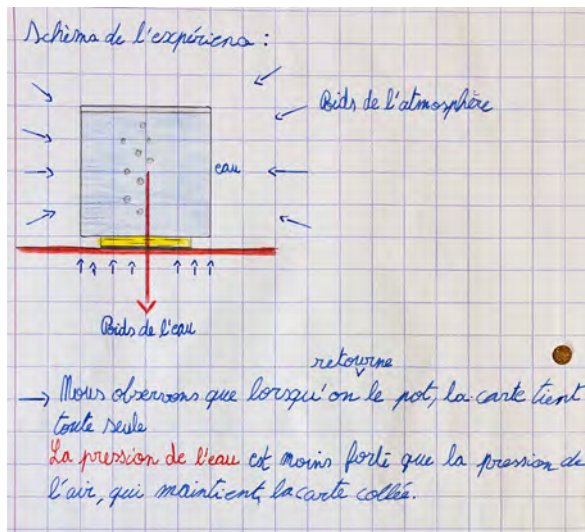
Eleverne bemærker, at når vandglasset vendes opad, holder kortet sig til koppen alene og falder ikke ned.

Fortolkning:

Læreren forklarer, at vandtrykket er svagere end luftens tryk. Det er lufttrykket, også kaldet atmosfærisk tryk, der holder kortet klæbende på glasset.

FIGUR 28

Notesbog for studerende. Forsøg 1 på lufttryk.



FORSØG 2

Virkningerne af temperaturforskelle

- Låget fjernes fra en flaske, og halsen på en ballon føres rundt om flaskens hals
- Flasken med ballonen anbringes i en skål med kogende vand og derefter i en skål med koldt vand

Hvad skal der ske?

Bemærkning:

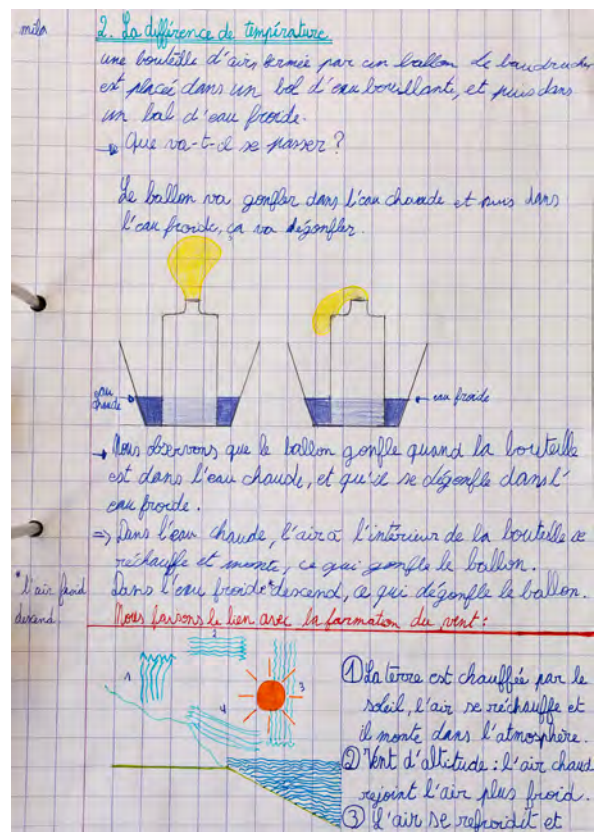
Ballonen oppustes, når flasken er i varmt vand, og afbøjes, når flasken er i koldt vand.

Fortolkning:

Læreren forklarer, at luften i **flasken i varmt vand varmer**, udvider og stiger, hvilket oppuster ballonen. I **koldt vand** falder den kolde luft, hvorved ballonen deflateres.

FIGUR 29

Notesbog for studerende. Forsøg 2 om virkningerne af temperaturforskelle.

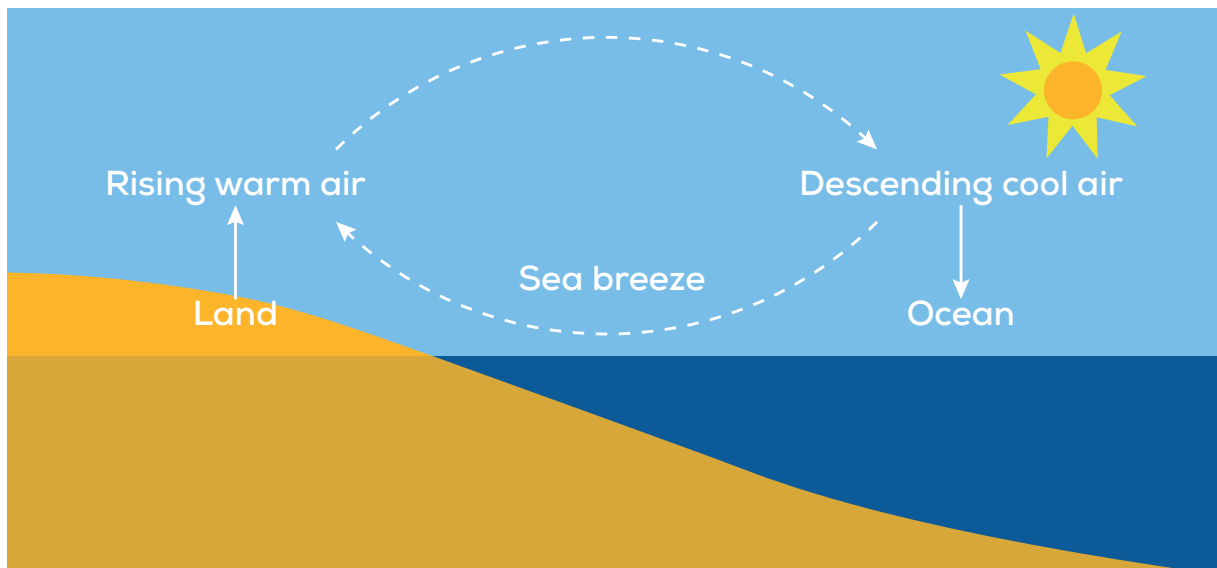


FORBINDELSEN TIL VINDDANNELSE

Læreren og eleverne drøfter resultaterne af de to eksperimenter for at forsøge at finde ud af, hvordan vind skabes:

- Solen opvarmer en del af atmosfæren anderledes end de øvrige dele
- Når jorden opvarmes af solen, varmer luften op, udvider og stiger den ind i atmosfæren, hvilket medfører, at presset falder i varme områder sammenlignet med køligere områder
- Luften i kolde områder køler og dræner, hvilket skaber et højt tryk
- Luften bevæger sig altid fra højttryk til lavtryksområder, og denne luftbevægelse er vind (fig. 30)

FIGUR 30



DEL II AERODYNAMISKE FORHOLD

KONKURRENCE:

Bladene i en moderne vindmølle har en form, der ligner et flys vinger. For at forstå spillet mellem vind- og vindmøllebladene kan læreren afholde en konkurrence mellem stustanderne for at vise, hvordan et fly kan flyve:

! I hold på to opbygger eleverne et papirfly, som så vidt muligt flyver..

- Konkurrencen finder sted i en af skolens korridor, der er beskyttet mod vind
- Eleverne finder, at nogle fly flyver længere end andre
- Eleverne måler den afstand, som deres fly tilbagelægger, og udarbejder en tabel til sammenligning af resultaterne

** Denne øvelse kan også være en mulighed for at arbejde med eller revidere længdemålinger.*

FORSKNINGSSPØRGSMÅL:

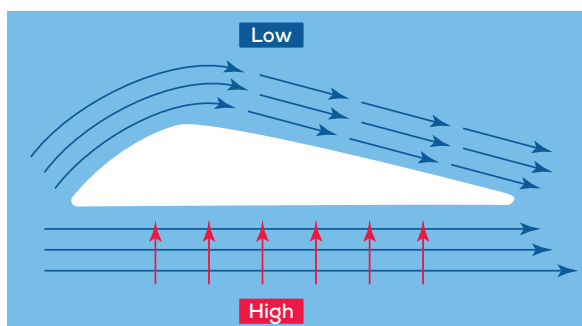
Læreren spørger eleverne:

? Hvorfor flyver nogle fly længere væk end andre?

For at besvare dette spørgsmål bør eleverne forsøge at komme med hypoteser ved at sammenligne papirflyet med et reelt fly.

FIGUR 31

Afskåret del af vindmøllearket har en flad side og en mere afrundet side.



HYPOTESER

OVERSIGT 6

Eksempler

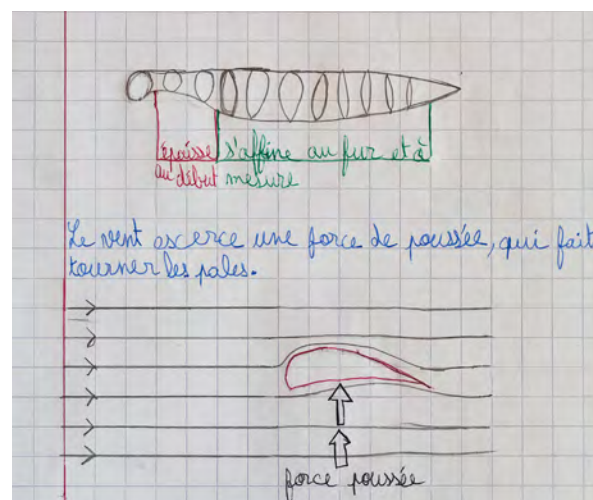
PAPIRFLY	REELT FLY
• Tynd og lys. • Fremhævet til sidst. • Vingernes form er vigtig. • Vingene er symmet.	• Vingerne afrundes øverst og fladt i bunden: depression. • Lufttrykket løftes af planet.

REDEGØRELSE:

- Vinden i billede 31 nedenfor, der bevæger sig rundt om den længere, buede kant, skaber en lomme med lavere tryk, mens vinden under holder sig ved samme tryk, hvilket skaber en ubalance i presset sammenlignet med vinden over
- Vingerne formes på en sådan måde, at luften strømmer hurtigere hen over vingens top. Når flyet bevæger sig hurtigere, falder trykket. Trykket ved vingens top er således mindre end trykket ved vingens bund. Trykforskellen fungerer som løftkraft
- På en vindmølle driver løftet på bladene sin rotationsbevægelse og skaber et drejningsmoment, der afbalancerer drejningsmomentet ved generatoren

FIGUR 32

Notesbog for studerende. Løftkraften skaber en roterende kraft og får bladene til at sprede sig.



SKRIDT 3

Undersøgelse af det globale vindkort og vindtyper

- Eleverne kigger på det globale vindkort, f.eks. vindkortene fra januar og februar 2021
- De nedskriver navnene på lokale vinde
- Læreren udarbejder et faktablad for hver lokal vind
- Han/hun placerer disse faktablade forskellige steder langs skolens korridor
- Eleverne sammenfatter faktabladene individuelt i form af en tekst eller et kort. For at gøre dette bevæger de sig stille rundt om korridoren ved at læse lærerens beskrivelser og efterlade deres skriveark på prøvebænken. De registrerer så mange oplysninger, som de kan, og skriver dem ned på deres ark. Eleverne kan højst besøge hvert faktablad tre gange

Eksempel på en elevs tekstresumé af de lokale vindfaktablade:

- **Sirocco** er en stærk vind fra Afrika. Den har oprindelse i Algeriet, Marokko og Tunesien og kan nå Grækenland, Sicilien, Korsika og undertiden så langt som Alperne. Den kan nå op på hastigheder på op til 100 km/h
- **Harmattan** er en vind, der strømmer på tværs af Øst- og Nordøstafrika. Det transporterer meget sand, som ofte kan være til hinder for luftfartøjers syn. Harmattan er en vinter, der blæser fra december til januar. Når det blæser, er dagene meget varme, men nætterne er meget kølige
- **Alizé** er en regelmæssig vind, der blæser mellem troperne. På den nordlige halvkugle blæser den nordpå og syd for ækvator og blæser sydvestpå.
- En **blizzard** er en snestorm kombineret med stærke vinde. Det reducerer synligheden til kun nogle få meter
- **Tropiske cykloner:** en cyklon er en tropisk storm med tordenvej og store cloudsystemer. Disse skyer og vinde begynder at cirkulere omkring cyklonens øje, et område med roligt vejr. Denne storm bevæger sig fremad og ødelægger alt på vejen

FIGUR 33

Kort over velkendte globale vinde.



Vindens historie

- overbevisninger
- anvendelse af vind
- legender
- vindrelaterede opfindelser
- vindmusikinstrumenter...

Hvert hold på 3 eller 4 elever bør vælge en historisk periode eller en civilisation, som de ønsker at fokusere på til deres forskning i vind, og som dækker aspekter såsom overbevisninger, anvendelser til vind, legender, opfindelser i forbindelse med vind osv. Udvidelser af mulige historiske perioder og civilisationer omfatter:

- Det gamle Egypten
- Ancient Grækenland
- Romerriget
- Vikings
- Middelalderen
- Den moderne æra

Hvert hold opretter en plakat med den vigtigste mønstring og billeder for at opsummere deres forskningsresultater. De kan derefter præsentere det for resten af klassen. Posterne placeres derefter på tidslinjen for klasseværelset.

- *Vindrelaterede hændelser: Vindmølleårerne vindmøller sejlbåde.*
- *Anvendte vindinstrumenter: flutes væksthuse; trumpetter oboer.*
- *Vindrelaterede overbevisninger: Horus, vindstød Amun, sol og vind Amonet, Goddess af vind; Seth, God of thunder.*
- *Egypterne brugte felukker til at sejle på Nile-floden.*



FIGUR 35

Hver plakat placeres derefter langs en tidslinje i klasseværelset.



SKRIDT 5

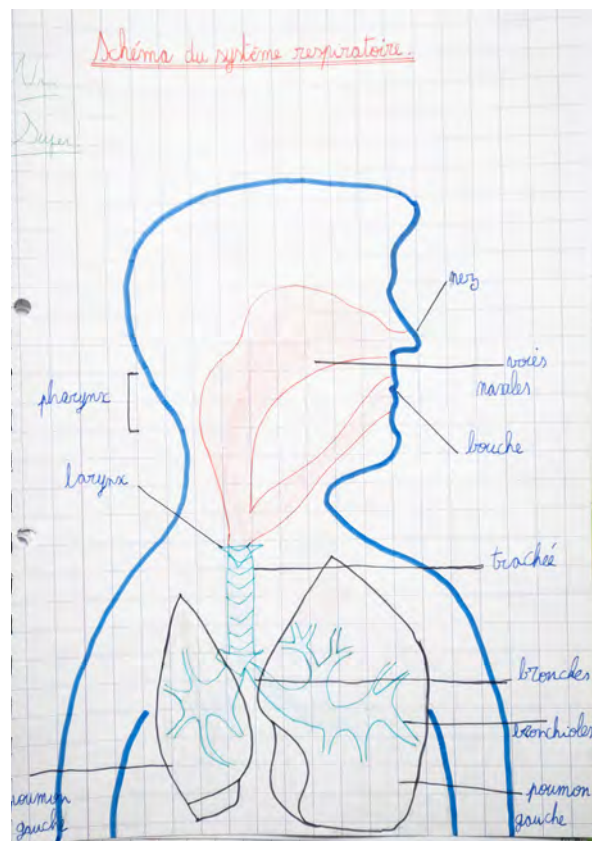
Undersøgelse af åndedrætssystemet

For at gøre læseplanen letforståelig kan læreren bruge emnet vind til at undervise eleverne om åndedrætssystemet. I deres tidligere forskningsopgaver så eleverne eksempler på forskellige vindinstrumenter i hele verdens historie. Vi bruger vores åndedrætssystem til at forsyne disse vindinstrumenter med.

- Eleverne laver et indledende diagram, der viser, hvad de ved, eller hvordan de tror, at åndedrætssystemet fungerer
- Til støtte herfor foretager de en dissektion af svinelungen
- Hver elev laver en tegning af lungerne og beskriver den i form af en tekst
- Eleverne forsker i lunge- og åndedrætssystemet og udarbejder deres egne resuméer med billeder

FIGUR 36

Første gengivelse af åndedrætssystemet.



STØTTEMATERIALE TIL LÆREREN

Denne værktøjskasse indeholder støttemateriale til læreren, der kan hjælpe med at gennemføre læseplanen. Den blev udarbejdet af vindenergieksperter og har til formål at informere læreren om emneområdet for hvert modul. Dette vil hjælpe læreren med at planlægge sin lektion og hjælpe dem med at videregive denne viden til eleverne. Aktiviteter i denne material bør gøre brug af genanvendte og økonomisk overkommelige materialer.



Støttematerialet
indeholder følgende
og kan downloades her



For at få mere at vide kan du bruge følgende ressourcer:

School Skolens ressourcer:

- Vind med Miller
- Alliant Energy Kids
- Energielevers ressourcer
- Behov for uddannelsesressourcer
- Vind til skoler

WindEurope LearnWind free resources:

- **Lad vindmøllebogen " video"**
Forklarer klimaændringerne og vindenergi
- **Når jeg optager en bog**
Inspirerer unge voksne til at overveje en karriere inden for ren energi
- **Animering af vindenergi**
Lærer brugerne om vindenergiteknologi
- **Workshop om offshore-vindkraft 4 kid**
Viser, hvordan havvindmøller fungerer

Teoretiske aspekter

- Begrebet energi, energityper og -former
- Begrebet aerodynamik, hvordan det forklarer formen af vindmøllevinger og deres interaktion med vind
- Begrebet luft og atmosfærisk tryk
- Det europæiske vindatlas
- Hvordan måler vi vind?
- Grundelementer i en vindmølle

Aktiviteter i klasseværelset – eksperimenter

- Energiformer
- Energiomstilling
- Atmosfærisk tryk og vinddannelse

Drøftelser i klasseværelset

- Vedvarende energikilder i forhold til ikkevedvarende energikilder samt deres fordele og ulemper

YouTube-videoer

- Virtuelle rundture i og uden for en vindmølle

Trinvis vejledning og vejledning

- Opbygning af et anemometer for koppe og måling
- Opførelse af en vindmølle og springbræt
- At lave en vind og finde vindretningen

FORFATTER:

Yamina Guidoum, WindEurope

Petros Chasapogiannis, det nationale tekniske universitet i Athen

Maxime Pousseur, Ecole Singelijn Primaire

Dimitrios Kanellopoulos, Det Internationale Helleniske Universitet

Malgosia Bartosik, WindEurope

Gennemgået af det videnskabelige kommunikationsudvalg under Det Europæiske Akademi for Vindenergi:

Professor Carlos Ferreira, Det Tekniske Universitet i Delft, formand

Dr. Merete Badger, Danmarks Tekniske Universitet

Professor Marco Belloli, Politecnico di Milano

Todd Griffith, Texas Universitet, Dallas

Wim Munters, von Karman Institute for Fluid Dynamics

REDAKTØRER:

Rory O'Sullivan, WindEurope

UDFORMNING:

Lin Van de Velde - Drukform

FOTOS:

Jason Bickley

BEKRÆFTELSER:

Vi vil gerne takke:

Dominique Paquot, lederen af Singelijn Primary School i Bruxelles, som bød os velkommen til hans skole og entusiasisk tog udfordringen med at afprøve et vindenergiundervisningsprojekt op.

Læreren Maxime Pousseur og hans studerende, som tilbragte månedsvis at udvikle dette projekt på trods af covid-19-nedlukningerne. De har aldrig opgivet de var altid kreative og fandt ud af, hvordan man kunne holde dette projekt i gang.

Professorer Petros Chasapogiannis og Dimitrios Kanellopoulos for deres tid og engagement i at støtte Maxime og hans studerende under hele pilotforløbet.



A+B

!?



B+



@



!?



Offentliggjort i 2022.

Ophavsretten til denne publikation ligger udelukkende hos WindEurope asbl/vzw og European Academy of Wind Energy. Denne publikation er udelukkende til undervisningsformål og må under ingen omstændigheder anvendes til kommercielle formål. WindEurope asbl/vzw og Det Europæiske Akademi for Vindenergi har eneret til at redigere denne publikation. WindEurope asbl/vzw og European Academy of Wind Energy påtager sig ikke noget ansvar for offentliggørelse af redigerede eller ulovligt gengivne kopier af denne publikation.

Hvis du er interesseret i at distribuere eller oversætte dette værktøjssæt, kan du kontakte education@windeurope.org

Hvis du er lærer, der gennemfører denne plan på din skole, vil vi gerne modtage din feedback på education@windeurope.org.



Rue Belliard 40, 1040 Brussels, Belgium
T +32 2 213 1811 · F +32 2 213 1890
windeurope.org

I samarbejde med:

