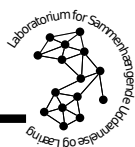

En opdagelsesrejse på Harteværket

Lærervejledning





Indholdsfortegnelse

Undervisningsforløbet baserer sig på IBSE-didaktikken (Inquiry-Based-Science-Education)	s.	2
Mål for "Energi nok til alle"	s.	3
Læringsforudsætninger	s.	4
 Forløbet	s.	5-9
 Station A - løb op og ned langs det røde rør	s.	10
Station A - At oplade mobiltelefonen vha. kondicyklen	s.	11-12
Station B - Harteværkets placering og påvirkning	s.	13
Station C - Vandhastighed	s.	14-15
Station D - Rundvisning inde på Harteværket	s.	16-18
Station D - Vekselstrømsgenerator og en vandmølle	s.	19-20
 Kilder	s.	21
 Bilag 1 - Færdigheds og vidensmål for Energi nok til alle	s.	23-26
Bilag 2 - Løbende tværfaglig journal	s.	27-31
Bilag 3 - Faglig journal over forsøg og modeller	s.	33
Bilag 4 - Den endelige disposition m. emnebegrundelse, problemformulering, arbejdsspørgsmål	s.	34
Bilag 5 - Eksemplarisk princip for en god disposition	s.	35

Udviklet af
Camilla Uldall Buur, Edina Begic og Christine Schmidt, Munkevængets Skole.

Målgruppe: 9. klasse

Det fællesfaglige fokusområde: "Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan"

Titel på emnet: "Energi nok til alle"

Overordnet problemstilling: "Med et stadigt stigende behov for energi, hvilke energikilder er fordelagtige, når vi samtidig skal tage hensyn til miljøet og en bæredygtig udvikling i morgen, om 10 år og om 50 år."

Undervisningsforløbet baserer sig på en IBSE-didaktisk tilgang (Inquiry-Based-Science-Education).

Forløbet er delt op i 2 faser - en undersøgelsesdel og en fordybelsesdel, hvor eleverne undersøger en problemstilling inden for energiområdet.

Det er hovedsageligt i fordybelsesdelen IBSE-didaktikken kommer til sin ret i dette forløb - der er dog små IBSE tilgange i undersøgelserne på Harteværket.

I undersøgelsesdelen arbejder eleverne med begrebet energi i forskellige sammenhænge.

Eleverne skal her inddrage viden fra 7. og 8. klasse, hvor de blandt andet ser på energiens sammenhæng med vandløbet og landskabet i Kolding Ådal.

Der arbejdes med de 4 kompetencer: Undersøgelse, Modellering, Perspektivering og Kommunikation. Under forløbet arbejdes der med en projektorienteret arbejdsform.

Forløbet afsluttes med præsentation af de individuelle projekter lig naturfagsprøven.

Formålet med forløbet er, at eleverne skal:

- Undre sig
- Formulere spørgsmål
- Opstille hypoteser
- Udvælge og gennemføre eksperimentelt arbejde
- Indsamle og vurdere relevant data
- Formulere resultater
- Reformulere undersøgelse og foretage justeringer
- Formidle arbejdsprocessen og resultatet
- Konkludere, validere og perspektivere resultatet i forhold til den opnåede viden



Mål for “Energi nok til alle”



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Færdigheds- og vidensmål for forløbet er vedlagt som bilag (Se Bilag 1).

Nedenstående læringsmål er de overordnede mål for forløbet - under de enkelte aktiviteter er beskrevet detaljerede mål med disse.

Læringsmål	Tegn på læring kan være
• Eleverne kan begrunde, at Verdens energiforbrug vil stige. • Eleverne kan redegøre for, hvad bæredygtig energi er og anvende definitionen på vedvarende energi. • Eleverne kan placere området omkring Harteværket på et danmarkskort/ lokalkort. • Eleverne kan argumentere for fordele og ulemper ved udnyttelse af vandkraft. • Eleven kan sætte de forskellige former for udnyttelse af energi i sammenhæng. • Eleverne kan argumentere for fordelene ved vedvarende energi i forhold til de fossile brændstoffer • Eleverne kan redegøre for fordele og ulemper ved udvinding af energi fra naturen.	1. Eleven argumenterer for, at verdens energiforbrug vil stige. I den sammenhæng redegør eleven for, hvad bæredygtig energi er og anvender definitionen på vedvarende energi. 2. Eleven argumenterer for, at verdens energiforbrug vil stige. I den sammenhæng redegør eleven for, hvad bæredygtig energi er og anvender definitionen på vedvarende energi samt beskriver området omkring Harteværket, og behersker aktiviteter, der underbygger dette områdes udnyttelse af energi. 3. Eleven argumenterer for, at verdens energiforbrug vil stige. I den sammenhæng redegør eleven for, hvad bæredygtig energi er og anvender definitionen på vedvarende energi. Eleven beskriver det område der er arbejdet med, og behersker aktiviteter, der underbygger dette områdes udnyttelse af energi. Eleven anvender sin nye viden i argumentationen om bæredygtig energi.

Læringsforudsætninger

Undervisningsforløbet er en del af et progressivt forløb, hvor eleverne gennem 7.-9. klasse udvider deres viden indenfor især emnerne Energi, Fotosyntese og Respiration, Istid, Vandløb og Vandets Kredsløb.

I 7. klasse fokuseres der på vandløbene i Kolding Ådal, i 8. klasse fokuseres der på istidslandskabet omkring Kolding og i 9. klasse samles trådene i et stort energiemne.

Ved besøg på Harteværket får eleverne mulighed for at arbejde med følgende fagbegreber i fagene:

	7. klasse	8. klasse	9. klasse
Biologi	Vandets kredsløb Vandløbet Flora og fauna Tilpasning Iltsvind Faunaklasser Makrofauna-indeks Miljø-gis Vandløbsapp Ændret natursyn Love og regler Fotosyntese og respiration (energi - Skov-emne) Ændring af landskabet Naturgenopretning	Istiden Geologisk tidsalder Kulstof 14 Fossiler Hvad gemmer isen? Mikroskopi med pollen Dyrs tilpasning til fx temperaturforhold eller mammuttens mæthed af ilt i blodet kvag de lave temperaturer Yellowstone - fødekæder - økosystemer - biodiversitet Mennesket og dyrs vandring rundt i verden	Mad og sundhed Energiomsætning Fysiologi Hjerte- pulsmåling Biodiversitet Energitab Stofkredsløb Tilpasning til habitater Ændring af habitater
Geografi	Vandets kredsløb Nedsivning Afstrømning Jordvand Vandressourcer Nedbør Vandskel Grundvand Markkapacitet	Istiden Kortlære Weichsel Saale Morænelandskab Smeltevandssletter Milankovitch-effekten Albedo-effekten Grønlandspumpen	Klima og klimaforandringer Global opvarmning Klimaforandringer Råstoffer og ressourcer Stofkredsløb Jordtyper og jordlag Markkapacitet Landskabsdannelse Udnyttelse af naturgrundlaget
Fysik/ Kemi	Vand - fra molekyle til univers Tilstandsformer Kovalente bindinger Hydrogenbindinger Elektronstruktur Fordampning Fortætning pH-værdi Datalogging: pH, temperatur, O ₂ , CO ₂ , lyd, lys	Istid Densitet Solindstråling Drivhuseffekten Kulstof kredsløb Atmosfærens sammensætning Vands evne til at opløse CO ₂ Salinitet Vands egenskaber Sur/basisk jord - sammenhæng med kalkindhold	Energi Energiomsætninger Energiteknologi Global opvarmning Drivhuseffekt Fossile brændstoffer Alkaner Vedvarende energi Strømhjul Overfaldshjul Elektromagnetisme/ Elektricitet Induktion Transformation Vekselstrømsgenerator

Følgende er en grovskitse til forløbsplanlægningen. De enkelte stationer er beskrevet mere detaljeret efterfølgende.

FORLØBSPLANLÆGNING

FØR HARTE-BESØG

1.
Vi skal have hentet vores notater og viden frem fra emnerne i 7. og 8. klasse "Vandløb i Kolding Ådal" og "Tilbage til istiden". Mundtlig gennemgang af emnet for at få åbnet op for hukommelsen samt, hvad eleverne husker fra de foregående forløb på Harteværket.
2.
Læreren præsenterer forløbet for klassen. Herunder tidsperspektiv, indhold og sammenhæng med fællesfaglige fokusområder (Bæredygtig energiforsyning lokalt og globalt).
3.
Læringsmålene for forløbet præsenteres og synliggøres for eleverne. Eleverne får lov at orientere sig i målene og påbegynder udtænkning af arbejdsspørgsmål til emnet.
4.
Faglærerne laver oplæg med det faglige indhold i de enkelte naturfag.
Det er de delemner, der er beskrevet på s. 4. som er en forudsætning og en basis for de videre opdagelser og eksperimenter på Harteværket:
 - Klima og Klimaforandringer
 - Energiformer og Energiteknologi
 - Fysiologi
 - Energiomsætning og Energi i fødevarer.
5.
Lige op til besøget på Harteværket vises de tre film om værket:
 - "Oplevelsescenter Harteværket"
 - "Sådan rister du brød vha. vand"
 - "Landet, vandet og den store plan"
6.
Eleverne vælger en naturfagsmakker

UNDER besøget

1. Ankomst til Harteværket.
2. Eleverne samles i Madpakkehuset, hvor kortene på loftet benyttes til at lokalisere, hvor vi er. Der skitseres kort hvor vandløb, søer og Kolding er placeret i forhold til værket.
3. Eleverne sendes ud på undersøgelse i max. 20 minutter - de skal forsøge at finde svaret på spørgsmålet "Hvorfor er Harteværket placeret på netop dette sted?"
4. Elevernes besvarelser opsamles i fællesskab i Madpakkehuset.
5. Klassen sendes herefter ud i grupper til 4 forskellige stationer, hvor følgende undersøges:
 - a. Energiomsætning i forbindelse med fysiologiske undersøgelser
 - b. Landskabets betydning for energiomsætning.
 - c. Energiomsætning i forbindelse med acceleration.
 - d. Energiomsætning på et vandkraftværk (el-produktion).

På stationerne foretages målinger og observationer af forholdene. Der holdes fokus på energiomsætninger i aktiviteterne ved alle stationer.

Eleverne arbejder her med at placere de forskellige energiformer omkring Harteværket - de skal kunne begrunde sammenhængen mellem energiform og placering, samt hvordan energiomsætningen sker i forløbet. Eleverne skal have en forståelse for hvordan energibegreberne kan benyttes tværfagligt i naturfagene.

Eleverne kan i den forbindelse bruge energiens to hovedsætninger til argumentation.

1. Den samlede energi er konstant.
 2. Hver gang der sker en omsætning fra en energiform til en anden, tabes der samtidig energi i form af varme.
- a. Der foretages fysiologiske undersøgelser. Eleverne måler hastighed og energiforbrug på løbetur langs det store rør - der ud over laves der registrering af observationer under øvelsen. Det undersøges ydermere, hvor meget energi, eleverne skal producere på en kondicykel for at oplade en mobiltelefon.
 - b. Der foretages indsamling af jordprøver til bestemmelse af bundforhold i forhold til i stidslandskaber. Der indsamles data, så som billedokumentation af landskabsforholdene. Der sammenlignes med kortmateriale - lokalkort (historisk før 1920/efter 1920), istidslandskaber og kort fra miljøgis.
 - c. Der foretages målinger/dataindsamling af vandhastigheden/strømmen før værket og efter værket og sammenlignes med data oplyst fra Harteværket. Det undersøges om vandet accelererer i systemet.

d. Der arbejdes med driften af værket, herunder generatorernes effekt og værkets virkningsgrad (nytte). Eleverne skal finde oplysninger om generatorernes opbygning på værket og turbinernes omdrejninger pr. minut. Værkets virkningsgrad beregnes ud fra effekten beregnet ved røret (1. hold får oplysning om dette tildelt) og ved generatoren. I Transformatorhuset arbejdes med opstilling af vekselstrømsgeneratore og induktion.

6. Til slut samles eleverne i Transformatorhuset og der udarbejdes foreløbige problemstillinger og arbejdsspørgsmål med sammenhæng til elproduktionen på Harteværket.

Materialeliste

Tilgængelig på Harteværket:

- Målebånd
- Digital personvægt
- Kondicykel til opladning af mobiltelefon
- udstyr til induktionsforsøg
- flasker til jordbundsforsøg

Lærer medbringer selv:

- appelsiner
- evt. korkpropper
- arbejdshæfte
- forskellige typer mobilopladere (gerne iPhone/Samsung)
- Elev medbringer mobiltelefoner (kamera, stopur, lommeregner, internet)
- Kort over istidslandskaber <http://temakort.goforlag.dk/kort-regioner/danmark-og-groenland/landskab/landskab-soenderjylland-og-fyn>
- medbring evt. prøver med sandjord og lerjord

EFTER besøg på Harteværket

Det anbefales, at undervisningen i emnet planlægges med blokdage, hvor eleverne har mulighed for at fordybe sig i de naturvidenskabelige fag.

Uge 1

- Fælles opstart med årgangen.
- Opsamling på resultaterne fra Harteværket.
- Opstart af emnet, Energi nok til alle, som er på den fælles fagportal, Fokus. Forløbet kan startes med en appetizer i form af en udsendelse fra cfu om vedvarende energi.
- Fælles mindmapping - idémylder - gøres på gule sedler og lærerne forsøger at sætte dem op på tavlen efter princippet om de fire kompetenceområder: Undersøgelse, Modellering, Perspektivering og Kommunikation. (Q tavlen fra Dafolo kan her benyttes til at danne overblik). Der vil undervejs flere gange vendes tilbage til idémylder. Det opfordres eleverne at dele og stjæle idéer på kryds og tværs.
- Resten af dagen går med faglig fordybelse – som læsning af tekster på Fokusportalerne samt div. andre fagfaglige tekster, artikler og modeller.
- Der arbejdes videre med problemformulering og arbejdsspørgsmål i den tværfaglige journal (se bilag 2).
- Eleverne præsenteres for modeller og eksemplariske forsøg. Eleverne ajourfører de faglige journaler over forsøg og modeller (se bilag 3).

Uge 2

- Faglig fordybelse – læsning
 - Der vendes tilbage til mindmapping – Hvad er eleverne blevet klogere på gennem læsning af teksterne og arbejdet med modellerne?
 - Eleverne skal nu for alvor i gang med at få formuleret en bred problemstilling, der ligger inden for den overordnede problemformulering, som står formuleret ovenfor.
 - Eleverne skal ydermere formulere arbejdsspørgsmål og forslag til forsøg.
 - Forsøgene er der mulighed for at gå i gang med og lave dokumentation hertil i form af video og billeder.
- En præsentation i fx Prezi/ Powerpoint eller lign. til fremlæggelsen skal være påbegyndt.

Uge 3

- Udarbejdelsen af godkendelsesarket, samt dispositionen skal til at tage sin helt endelige form (se bilag 4 og 6).
 - Problemformulering
 - Arbejdsspørgsmål – der dækker de tre naturfag og fire kompetencer.
 - Planlægning af forsøg og undersøgelser – forsøgene skal dokumenteres via video og/eller billedmateriale
 - Præsentationen bliver færdig
 - Der gøres klar til fremlæggelse
 - Eleverne skal overveje om de dækker de fire kompetenceområder helt
- Disposition og materialeliste skal sendes til lærerne på et aftalt tidspunkt.
Det er muligt den efterfølgende proces skal strækkes lidt, så der er en uge mere at arbejde i.

Uge 4

- Eleverne fremlægger for klassen eller årgangen.
- Tidsplan og plan over responsgrupper er tildelt eleverne forud for denne dag. Responsgruppernes oplyses om hvilket/hvilke kompetenceområder, de skal fokusere på i deres respons.
- Hver gruppe får 15 minutter til at gennemføre sit forløb (bilag 5 med eksemplarisk princip for en god disposition). Under fremlæggelserne udfylder hver faglærer skema til bedømmelse og skriver kommentarer til vurderingen
- Efterfølgende har lærerne 5 minutters spørgetid - man kan vurdere, at spørgetiden er bedst brugt i løbet af fremlæggelsen til guidning af eleven.
- Efter fremlæggelserne votes blandt faglærerne og eleverne får tildelt vurdering sammen med en skriftlig kommentar.

Løb op og ned langs det røde rør

Formål:

- at erfare hvor meget der skal koordineres ifht. balance og kropsholdning på op- og nedtur (at læne sig frem på opturen og læne sig tilbage på nedturen).
- at erfare at der faktisk skal bremses på nedturen for ikke at miste balancen.
- at mærke, hvordan pulsen og kroppen arbejder på op- og nedtur.
- at føle, hvordan kroppen genererer energi ifht. hvad der kræves af den, og at det mærkes som varme.
- at kunne beregne sin hastighed vha. formlen for hastighed ($v = d/t$)
- at forstå hvad Joule er for en måleenhed - vi har hidtil kun arbejdet med den energi, der indtages via maden og ikke med, hvad kroppen genererer.
- at kunne angive hvad bevægelsesenergien er angivet i Joule vha. formlen for kinetisk energi ($E = \frac{1}{2}mv^2$).
- at notere sig og erfare at den mad vi indtager omsættes til varme og bevægelse, og at der rent faktisk kan måles på det.
- at forstå at kroppen forbruger energi på vejen op, mens den på vej ned genererer energi og ser sammenhængen med vandet i røret og udnyttelsen af vandet kraft.

Materialer:

Mobiltelefon/stopur

Vægt

Arbejdsarkene og blyant til notering

Det faglige indhold, fagbegreber:

Eleverne skal designe et forsøg, hvor de kan beregne deres hastighed op og ned ad det røde rør samt den energi, der forbruges og genereres på hhv op- og nedturen.

Forsøget kunne fx følge denne guide:

- Alle i gruppen skal have en løbetid på deres optur og nedtur.
- Der skal på gruppens vegne beregnes en gennemsnitstid på op- og nedtur.
- Hver elev skal under løbeturene observere hvilke tegn på arbejde, de har i kroppen.
- Eleverne skal beskrive, hvad der sker med balancepunktet på opturen ift. nedturen? Forskellene begrundes.
- Eleverne skal herefter beregne hastigheden på op og nedtur ud fra formlen: $V = d/t$, hvor v er hastigheden, d er distancen angivet i meter og t er tiden angivet i sekunder.
- Sidst skal eleverne beregne, hvor meget energi de har brugt ved løb. Her skal de bruge deres vægt. De kan beregne bevægelsesenergien vha. følgende formel:
 $E = \frac{1}{2} * m * v^2$ hvor E er bevægelsesenergien angivet i Joule, m er elevens vægt angivet i kilogram og v er hastigheden angivet i m/s.

Energiomsætning

Kemisk, termisk (varme), bevægelsesenergi, Joule

At oplade mobiltelefonen vha. kondicyklen

Formål:

- At eleverne erfarer på egen krop, hvad det vil sige at cykle og samtidig oplade en mobiltelefon nogle procenter.
- At eleverne kan forstå omsætningen af madens kemiske energi til bevægelsesenergi, hvor der ligeledes er et energitab i form af varme.
- Ydermere skal eleverne forstå at denne bevægelsesenergi omdannes til elektrisk energi (mobiltelefonen) med en afgivet energi pr. sekund (=effekt).
- At eleverne forstår den energiomdannelse, der er i gang helt fra start til slut, som konkretiseres gennem den tilhørende opgave.
- At give eleverne forståelse for, hvad effekt er og kroppen skal yde mere, når mobilen sættes i et stik med højere watt.

Materialer:

- Værkets kondicykel og tilhørende transformator
- Elevens egen mobil + tilhørende oplader
- Stopur/mobil

Det faglige indhold:

- **Transformator** er koblet på kondicyklen - eleven skal se, hvor hurtigt han/hun kan oplade sin mobiltelefon 3% ved at oplade via transformatoren ved egen **bevægelsesenergi**.
- Herefter skal eleven eksperimentere ved at flytte ladestikket til mobilen til et stik med en højere effekt, og hvad det betyder for kroppens ydeevne, at effekten bliver øget.
- Sidst skal eleven se på en model over energiomsætninger, og som skal udfyldes korrekt for selv at komme frem til lignende eksempler på energiomsætninger.

Læringsmål:

Jeg ved at:

- kroppen skal yde meget for at overføre den kemiske og bevægelsesenergien til elektrisk energi for blot at oplade mobilen én hel procent
- der findes forskellige energiformer, og jeg kan huske dem

STATION A

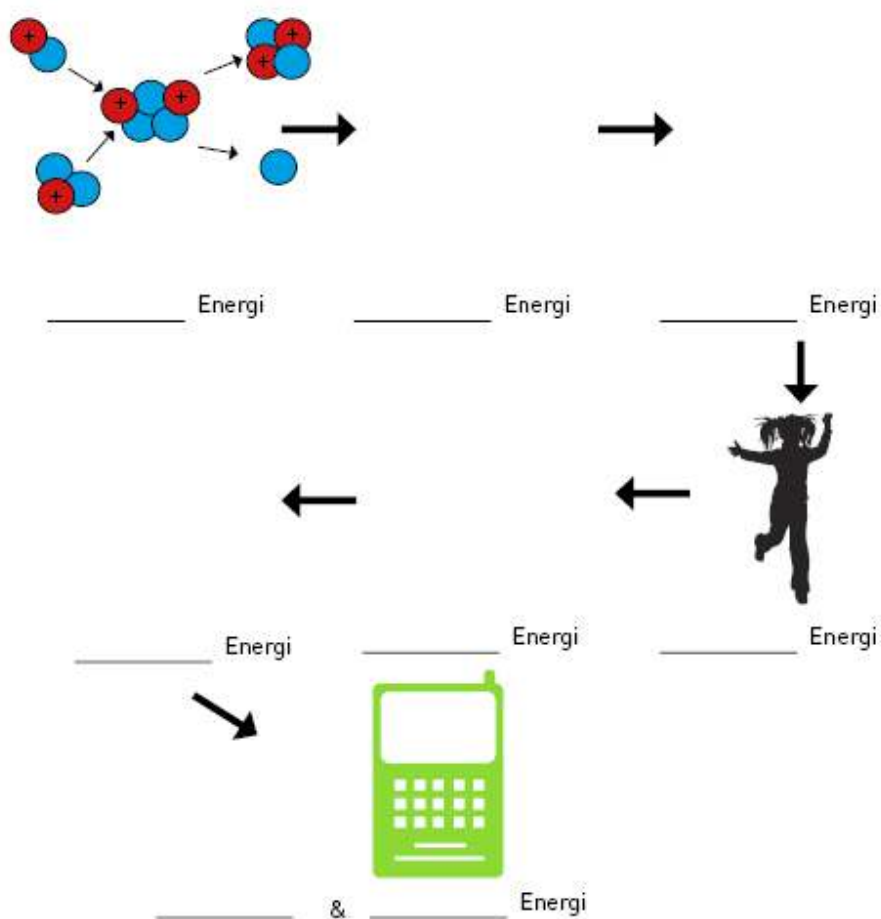


HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Gode idéer:

Hav cyklen gjort klar fra morgenstunden eller dagen i forvejen.
Bed eleverne om ikke at have en fuldstændig opladet mobil med.
Ikke mindst er det en god idé at bede eleverne om selv at medbringe en oplader til mobiltelefonen

Energiomsætning



Harteværkets placering og påvirkning

Formål:

At eleverne:

- tilegner sig viden om det lokale landskab
- kan begrunde landskabets betydning for Harteværkets placering.
- tilegner sig viden om istiderne Weichsel og Saale, samt deres betydning for landskabets dannelse.

Materialer:

- Den interaktive sandkasse på værket
- 4 plastikflasker til jordprøver
- Kort over istidslandskab
- Lokalhistoriske kort (før og efter Harteværkets opførelse)
- Mobiltelefon (Kamera)
- Computer/mobiltelefon (eller lignende) med adgang til internettet

Det faglige indhold:

- Ved den interaktive sandkasse undersøger eleverne, hvordan landskabet i nyere tid har ændret sig pga. menneskelige påvirkninger. Her undersøges det, hvordan vandløbene har ændret retning, da dæmningen blev opført.
- Herefter skal eleverne undersøge hvilken betydning istidslandskabet omkring Kolding har for vandets transport - herunder afstrømning og markkapacitet. Forskellen på markkapaciteten ved morænelandskab og smeltevandssletter undersøges. Her inddrages de seneste 2 istider Weichsel og Saale i overvejelserne om vandets transport i Østjylland kontra Vestjylland. Istidens dannelse af tunneldale inddrages som perspektiv til placering af vandkraftværker.
- Sidst reflekteres over vandkraftværkets betydning for flora og fauna i vandløbet. Eleverne benytter her data fra bl.a. miljøgis og plovfuren.dk til belysning af vandløbets tilstand. Her bør eleverne inddrage viden om det naturligt bugtede vandløb med høl, brinker og stryg sammenlignet med det udrettede menneskeskabte vandløb (kanaler).

Læringsmål:

Eleven kan

- beskrive det lokale landskab og relatere det til istidslandskabet.
- kan beskrive forskellige jordbundstypers betydning i forhold til nedsivning og afstrømning af vand.
- begrunde istidslandskabets betydning for Harteværkets placering.
- argumentere for på hvilke måder Harteværkets opførelse har påvirket den lokale natur.

Vandhastighed

Formål:

At eleverne:

- tilegner sig viden om vandets hastighed før og efter værket
- kan beregne vandets hastighed i henholdsvis røret og vandløbet.
- kan forholde sig kritisk til fejlkilder i forbindelse med undersøgelserne
- kan beregne vandets mulige effekt afgivet til turbinen.

Materialer:

- Målebånd
- Mobiltelefon (stopur)
- Det kan være en fordel at prøve forskellige materialer til måling af strømhastighed:
- F.eks. appelsin, korkprop, pind, blad osv.

Det faglige indhold:

Eleverne skal designe et forsøg, hvor de kan beregne vandhastigheden i vandløbet både før og efter værket, samt beregne hastigheden på vandet i røret. I denne forbindelse skal eleverne selv trække på deres faglige viden fra naturfagene og matematik.

- Eleverne skal forholde sig til begrebet hastighed, som værende afstand pr. tid, f.eks. m/s eller km/t. Forsøget kan f.eks. udføres ved at måle en fast afstand og måle hvor lang tid en genstand er om at bevæge sig den givne afstand i vandløbet.
- Der bør reflekteres over genstanden der måles på - hvilken form bør genstanden have for at mindske friktionen mest muligt og hvordan mindsker man risikoen for fejlkilder? Her kan appelsinen være en fordel, da målingen her ikke påvirkes af appelsinens retning.

Dernæst skal eleverne beregne hvilken effekt vandet potentielt kan afgive til turbinerne ud fra oplysninger om faldhøjde (25,6 m) og vandgennemstrømning (6000 L/s).

Eleverne skal forholde sig til vandets potentielle energi, hvor de kan beregne denne ved hjælp af vandets masse (1 L vand = 1 kg vand), faldhøjden og tyngdekraftens påvirkning (9,8 m/s²).

- Eleverne kan sammenligne deres beregnede effekt ud fra de givne oplysninger med egne forsøg og målinger. Her kan eleverne beregne vandmængden i røret ud fra vandets hastighed og kanalens areal. I denne forbindelse skal eleverne enten måle vanddybden eller beregne den ud fra vandstanden og kanalens dybde (3 m). Massen af vandet beregnes ud fra kanalens tværsnitsareal og vandets hastighed - eleverne kan her sammenligne med beregninger ud fra rørets tværsnitsareal.

Læringsmål:

Eleven kan

- udføre og designe forsøg til undersøgelse af vandets hastighed i vandløbet.
- undersøge hvor meget vand, der løber gennem turbinerne i sekundet.
- beregne vandets afgivne effekt til turbinerne.
- argumentere for hvorledes vandets acceleration påvirkes i forløbet. Herunder fejlkilder, samt manglende acceleration i røret.



Rundvisning inde på Harteværket

Formål:

At eleverne tilegner sig viden om:

- historien om Harteværket (beliggenhed og byggeprojekt)
- værket i dag (værkets opbygning og funktion)
- energiomsætninger i anvendelsen (oplevelse af produktion af elektrisk energi (den "rigtige" elektricitet) ved udnyttelsen af vandets faldkraft)

Materialer:

<https://www.youtube.com/watch?v=1G9z8H-M6e4>

<https://www.youtube.com/watch?v=vmx4YM91Jbc>

- det interaktive fortællebord
- 3 film om ingeniørbedrifter, børsteliv og drukneulykke
- maskine-hal (3 turbiner-regulatorer-generatorer)
- kælder (lille museum med el-apparater fra 1920-erne, højspændingsgang, kabelgang, rørtunnelen)

Det faglige indhold:

- historien om værket (beliggenhed og byggeprojekt)
- opbygning af værket
- vandværkets funktion
- induktion i værkets generatorer
- el-fremstilling = E_{kin} i det strømmende vand omdannes til E_{kin} i turbinen, som omdannes til E_{el} i generatoren
- værkets el-produktion

Læringsmål:

1. Eleverne skal lære hvordan:
 - vandkraftværker forsyner Danmark med elektrisk energi.
 - en generator effektivt kan omsætte kinetisk energi til elektrisk energi (induktion).
 - fremstilling af elektrisk energi, som en energiform, kræver energi fra en anden kilde

2. Eleverne kan:

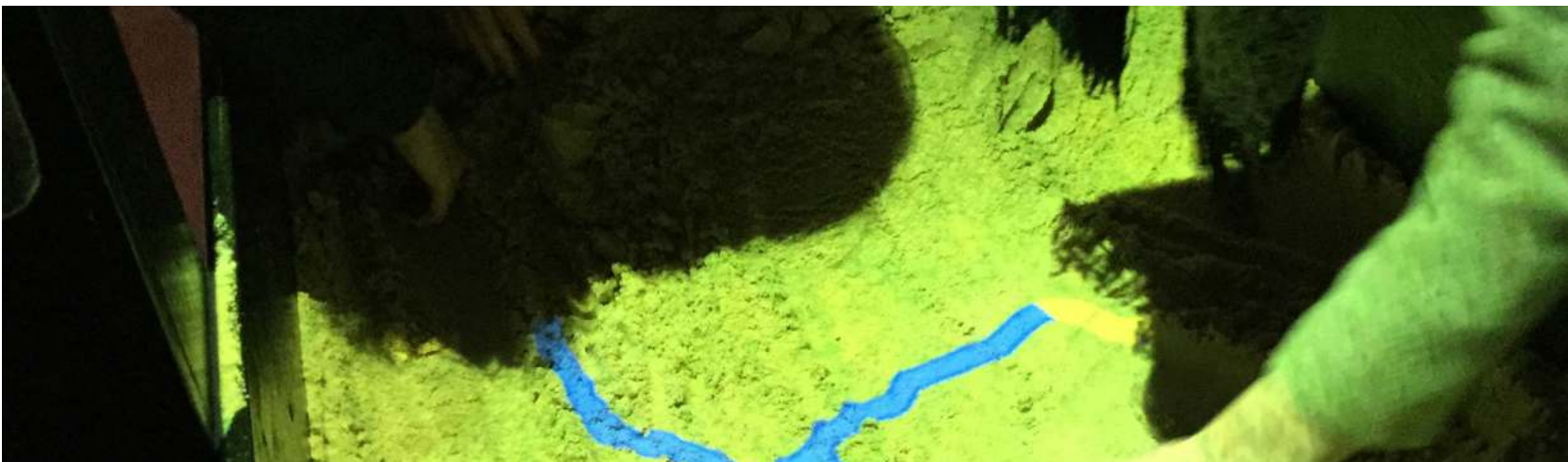
- udtrykke sig mundtligt og skriftligt om vandkraftværkets opbygning og funktion ved at designe egne illustrationer (tegninger)
- vha. de indsamlede informationer fra rundvisningen på værket og den forrige station, beregne:
 - rotores omdrejninger pr.sek.
 - nyttevirkningen af Harteværket (hvor stor en del af den indgående energi udnyttes til elproduktion)

Tegn på læring (til evt. udpluk):

Jeg ved, at:

- Harteværket, som det første større vandkraftanlæg i DK, er projekteret af Kolding-ingeniøren, Mikkel Thomsen, blev bygget i årene 1918-1920.
- Bygningerne er tegnet af den kendte Kolding-arkitekt, Ernst Petersen, som har efterlignet Vonsild Kirke (fx er vinduespartierne ens inkl. det lille runde vindue ovenover), da han opfattede el og energi som noget helligt.
- den opførte dæmningen over Vester Nebel Å ved Ferup tvinger vandet i Alminde Å til at løbe modsat åens naturlige retning og vandet opstemmes derved i Donssøerne.
- der fra Donssøerne ledes vandet videre til Stallerup Sø og derefter via en kanal under motorvejen gennem et 80 meter langt rør til værkets turbiner.
- vandet driver turbinerne, der via generatorerne omdanner vandets faldkraft til elektricitet.
- det i store træk er de originale turbiner og generatorer, der i dag bruges til at producere elektricitet på Harteværket.
- faldhøjden er 25,6 meter (Danmarks største), og der strømmer 6.000 liter vand gennem røret hvert sekund.
- trykrøret er forsynet med en spændeventil, hvilket betyder, at hvis der går hul på røret, lukkes der automatisk for vandforsyningen.
- Harteværkets turbiner er de originale maskiner fra 1920.
- der er tre turbiner på Harteværket, hvor to af dem har 525 HK og en har 300 HK. Turbinerne har altså tilsammen 1350 HK, svarende til rundt regnet 1000 kW.

- en generator er en maskine, der omdanner E_{kin} i turbinen til E_{el}
- i en vandmølle (overfaldshjul) bliver E_{kin} i det strømmende vand omdannet til E_{kin} i turbinen, som omdannes til E_{el} i generatoren.
- værkets produktion afhænger af vandmængden.
- el-produktionen i 1920 svarede til næsten halvdelen af Kolding by og oplands forbrug af el.
- da Harteværket ændrede driften i 2007, producerede værket stadig i gennemsnit 1,8 mio. kWh pr. år.
- beregningerne for værkets el-produktion har holdt stik gennem alle årene og har kun varieret betydeligt i år med megen tørke eller nedbør. I 1980, hvor der var stor nedbør, var produktionen for eksempel oppe på 3,42 mio. kWh.
- Den installerede effekt på generatorerne er ca. 1300 kW.
- Den maksimale ydeevne er ca. 1000 kW, hvor η er nyttevirkningen angivet i %.



Vekselstrømsgenerator og en vandmølle

Formål:

- At bygge en vekselstrømsgenerator, der kan få en pære til at lyse
- at forstå princippet i værkets el-produktion (induktion i værkets generatorer)

Materialer:

- en rund magnet
- spoler (200, 400 og 1600 vindinger)
- en jernkerne
- splitter eller tændstikker
- drivrem
- motor 12 V
- ledninger
- strømforsyning
- lampefatning
- pære 6V, 1A
- Voltmeter
- vandmølle
- strømmende vand

Det faglige indhold:

- opbygning af en generator
- generatorens funktion
- induktion
- forhold af betydning for generatorens ydeevne / den totale strøm (magnetens styrke, magnetens hastighed og antal vindinger i spolen)
- den maksimale spænding med og uden en pære i kredsen
- vandmølle (overfaldshjul) – E_{kin} i det strømmende vand omdannes til E_{kin} i turbinen, som omdannes til E_{el} i generatoren

Læringsmål:

Eleverne skal lære:

- hvad en generator er opbygget af (stator og rotor).
- hvordan en generator effektivt kan omsætte kinetisk energi til elektrisk energi (induktion).
- hvilke faktorer er afgørende for fremstilling af den maksimale spændingsforskel over spolen og den inducerede strøm i spolen

Eleverne kan:

- designe og udføre et forsøg, hvor de vha. de udleverede materialer (herunder en eller flere spoler og en magnet) skal få en pære til at lyse.
- undersøge, hvordan de kan påvirke ændringer i lysstyrken i pæren
- undersøge, hvordan de kan producere hhv. en lille og en stor spændingsforskel
- forklare sammenhængen mellem den producerede spændingsforskel og lyset i pæren
- forklare, hvad den elektriske strøm er

Tegn på læring (til evt. udpluk):

Jeg ved, at:

- en generator består af en magnet og en spole.
- magnetfeltet omkring en roterende magnet ændres ved hver rotation.
- ændringer i magnetfeltet foran en spole udløser spændingsforskel over spolen, og at der induceres strøm i spolen (elektroner i Cu-vindingerne)
- den inducerede spænding sætter elektronerne i Cu i ledningerne i et lukket kredsløb med en lampefatning og en pære, i bevægelse (strøm).
- elektronernes bevægelsesenergi i ledningerne og metaltråden i pæren omdannes til strålingsenergi (lys og varme i pæren).
- den inducerede strøm skifter retning 2 gange ved hver magnetomdrejning (vekselspænding/vekselstrøm).
- magneten i generatoren er fastsat til en akse i turbinen, som selv skal rotere for at sætte magneten i bevægelse.
- en generator er en maskine, der omdanner E_{kin} i turbinen til E_{el}
- i en vandmølle (overfaldshjul) bliver E_{kin} i det strømmende vand omdannet til E_{kin} i turbinen, som omdannes til E_{el} i generatoren, hvor η er nyttevirkningen angivet i procent.

Kildehenvisninger

www.fysikkemifokus.dk

www.biologifokus.dk

www.geografifokus.dk

Xplore - På tværs 7-9

Per Smed: Landskabskort over Danmark - Geografforlaget, 1982

www.gudenaacentralen.dk

<http://energimuseet.dk/undervisning/undervisningsmateriale>

Her ses de færdigheds- og vidensmål der opfyldes i dette forløb, samlet i skemaer, som evt kan kopieres til hjælp i egen årsplanlægning.

Naturfaglige kompetencer

Undersøgelse	Eleven kan formulere og undersøge en afgrænset problemstilling med naturfagligt indhold	Eleven har viden om naturfaglige undersøgelsesmetoders anvendelsesmuligheder og begrænsninger
	Eleven kan indsamle og vurdere data fra egne og andres undersøgelser	Eleven har viden om indsamling og validering af naturfaglige data
	Eleven kan konkludere og generalisere på baggrund af eget og andres praktiske og undersøgende arbejde	Eleven har viden om krav til evaluering af naturfaglige undersøgelser
Modellering	Eleven kan anvende modeller til forklaring af naturfaglige fænomener og problemstillinger	Eleven har viden om naturfaglige modeller
	Eleven kan udvikle og udvælge naturfaglige modeller	Eleven har viden om naturfaglige modellers karakteristika
Perspektivering	Eleven kan beskrive naturfaglige problemstillinger i den nære omverden	Eleven har viden om aktuelle problemstillinger med naturfagligt indhold
	Eleven kan forklare sammenhænge mellem naturfag og samfundsmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder	Eleven har viden om interesse modsætninger knyttet til bæredygtig udvikling
Kommunikation	Eleven kan mundtligt og skriftligt udtrykke sig præcist og nuanceret ved brug af fagord og begreber	Eleven har viden om naturfaglige ord og begreber
	Eleven kan målrettet læse og skriv naturfaglige tekster	Eleven har viden om naturfaglige teksters formål og struktur og deres objektivitetskrav
	Eleven kan kommunikere om naturfag ved brug af egnede medier	Eleven har viden om metoder til formidling af naturfagligt stof
	Eleven kan formulere en påstand og argumentere for den på et naturfagligt	Eleven har viden om begrundelser og påstande

Energiomsætning (Fysik/kemi)

Undersøgelse	Eleven kan undersøge energiomsætning	Eleven har viden om energiformer
	Eleven kan undersøge transport og lagring af energi i naturgivne og menneskeskabte processer	Eleven har viden om energiforsyning
Modellering	Eleven kan med enkle modeller visualisere energiomsætninger	Eleven har viden om energiomsætninger
	Eleven kan med modeller forklare energiomsætninger	Eleven har viden om naturgivne og menneskeskabte energikæder
	Eleven kan diskutere udvikling i samfundets energiforsyning	Eleven har viden om udvikling i samfundets energibehov
Perspektivering	Eleven kan identificere energiomsætninger i den nære omverden	Eleven har viden om energikilder og energiomsætning ved produktion og forbrug
	Eleven kan vurdere ændring i energikvalitet ved energiomsætninger i samfundet	Eleven har viden om energiressourcer og energikvalitet
	Eleven kan diskutere udvikling i samfundets energiforsyning	Eleven har viden om udvikling i samfundets energibehov

Stof og stofkredsløb (Fysik/kemi)

Undersøgelse	Eleven kan undersøge enkle reaktioner mellem stoffer	Eleven har viden om kemiske reaktioner og stofbesvarelse
---------------------	--	--

Produktion og teknologi (Fysik/kemi)

Undersøgelse	Eleven kan undersøge udnyttelse af råstoffer og dele af produktionsmetoder	Eleven har viden om råstoffer og produktionsprocesser
Modellering	Eleven kan med modeller forklare funktioner og sammenhænge på tekniske anlæg	Eleven har viden om forsynings-, rensnings og forbrændingsanlæg
	Eleven kan designe enkle teknologiske løsninger på udfordringer fra hverdag og samfund	Eleven har viden om metoder til udvikling af tekniske løsninger ud fra anvendelighed og begrænsninger
Perspektivering	Eleven kan beskrive sammenhænge mellem teknologisk udvikling og samfundsudvikling	Eleven har viden om centrale teknologiske gennembrud
	Eleven kan vurdere en teknologis bæredygtighed	Eleven har viden om teknologiers påvirkning og effekt på naturgrundlaget

Jorden og universet (Fysik/kemi)

Modellering	Eleven kan visualisere vands kredsløb og Jordens energistrømme	Eleven har viden om Jordens energistrømme
Perspektivering	Eleven kan beskrive sammenhænge mellem livsbetingelser og Jordens bevægelser, atmosfære og magnetfelt	Eleven har viden om Jordens opbygning og bevægelser
	Eleven kan forklare, hvordan Jordens systemer påvirker menneskets levevilkår	Eleven har viden om klimaændringer og vejrfænomener

Demografi og erhverv (Geografi)

Undersøgelse	Eleven kan analysere befolknings- og erhvervsforhold på forskellige geografiske niveauer	Eleven har viden om geografisk regionalisering og beliggenhed af lokalområder, lande og verdensdele
Modellering	Eleven kan forklare sammenhænge mellem befolkningssammensætning, erhvervsstruktur og naturgrundlag	Eleven har viden om modeller til illustration af sammenhænge mellem befolkning og erhverv
Perspektivering	Eleven kan analysere befolknings- og erhvervsforholds påvirkning af lokal og global udvikling	Eleven har viden om udvikling i alderssammensætning og by- og landområder
	Eleven kan analysere befolknings- og erhvervsudviklings betydning for bæredygtig udvikling	Eleven har viden om kriterier for bæredygtig befolknings- og erhvervsudvikling

Jorden og dens klima (Geografi)

Undersøgelse	Eleven kan indsamle vejrdata over tid fra lokalområdet, herunder med digitale redskaber	Eleven har viden om vejr og vejrfænomener
	Eleven kan undersøge klimaets indflydelse på lokale og globale forhold	Eleven har viden om klimazoner og plantebælter
Modellering	Eleven kan med temakort og digitale animationer beskrive pladetektonik	Eleven har viden om tektoniske plader og deres bevægelser
	Eleven kan med modeller forklare pladetektonikkens indflydelse på levevilkår	Eleven har viden om naturkatastrofer og påvirkning fra pladetektonisk aktivitet
Perspektivering	Eleven kan ud fra lokale forhold forklare problematikker knyttet til det geologiske kredsløb og råstofudvinding	Eleven har viden om dannelse, fordeling og udvinding af råstoffer
	Eleven kan analysere menneskets påvirkning af vands og kulstofs kredsløb	Eleven har viden om problematikker knyttet til vands og kulstofs kredsløb



Globalisering (Geografi)

Undersøgelse	Eleven kan undersøge landes ressourceudnyttelse og handelsmønstre	Eleven har viden om transportmønstre og fordeling af ressourcer
Modellering	Eleven kan med modeller beskrive produktions- og forbrugsfordeling, herunder med digitale kort	Eleven har viden om modeller, der beskriver global arbejdsdeling
Perspektivering	Eleven kan forklare lokale levevilkårs afhængighed af globalisering	Eleven har viden om multinationale selskaber og teknologisk udvikling som drivkraft for globalisering

Naturgrundlag og levevilkår (Geografi)

Undersøgelse	Eleven kan undersøge naturgrundlagets betydning for produktionsforhold	Eleven har viden om sammenhæng mellem naturgrundlag og produktion
Modellering	Eleven kan med modeller for landskabs- og råstofdannelse forklare arealanvendelse, herunder med digitale redskaber	Eleven har viden om danske råstoffers dannelse, lokalisering og udvinding
	Eleven kan med modeller vurdere betydningen for bæredygtig udvikling af ændringer i levevilkår og naturudnyttelse	Eleven har viden om begrebet bæredygtighed
Perspektivering	Eleven kan forklare aktuelle konsekvenser af naturgrundlagets udnyttelse	Eleven har viden om samfundsmæssige og miljømæssige konsekvenser af udnyttelse af naturgrundlaget
	Eleven kan vurdere interesseudsættninger og løsningsmuligheder ved udnyttelse af naturgrundlaget	Eleven har viden om interesser og natursyn knyttet til naturudnyttelse og miljøbeskyttelse



Økosystemer (Biologi)

Modellering	Eleven kan med modeller forklare stoffers kredsløb i økosystemer, herunder med digitale databaser	Eleven har viden om stoffer i biologiske kredsløb
Perspektivering	Eleven kan sammenligne karakteristiske danske og udenlandske økosystemer, herunder med digitale databaser	Eleven har viden om klimaets betydning for økosystemer
	Eleven kan forklare årsager og virkninger af naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemer	Eleven har viden om biologiske, geografiske og fysisk-kemiske forholds påvirkning af økosystemer
	Eleven kan diskutere miljøpåvirkningers betydning for biodiversitet	Eleven har viden om biodiversitet

Anvendelse af naturgrundlaget (Biologi)

Perspektivering	Eleven kan sammenligne konventionelle og økologiske produktionsformer	Eleven har viden om dyrkningsformers afhængighed af og indflydelse på naturgrundlaget
	Eleven kan diskutere interesse modsætninger forbundet med bæredygtig produktion	Eleven har viden om principper for bæredygtig produktion

Bilag 2:



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

[illegible]



- Hvor er ...? - Hvilke ...? b) Forklarings- og forståelsesspørgsmål - Hvorfor ...? - Hvordan kan det være ...? c) Holdnings- og vurderingsspørgsmål - Hvorfor er det rimeligt, at...? - Hvorfor er det rigtigt/forkert, at ...? d) Handlingsspørgsmål - Hvad kan/skal/bør der gøres? Og af hvem? - Hvad betyder den tidligere situation for det, der skal gøres i fremtiden? - Hvordan sikres gode løsninger?			
Arbejdsspørgsmål over: ➤ Problem ➤ Årsag			

Bilag 2:



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

➤ Virkning / konsekvenser ➤ Problemløsning ➤ Konklusion			
Herunder skal der KUN angives stikord eller overskrifter, og evt. henvisning til bilag!			
Undersøgelse ➤ Teoretisk opstilling og afprøvning af hypotese ➤ Praktisk /forsøg (flere end 2!) - Opstilling af forsøgene. - Hvad er de forventede forsøgsresultater? - Hvad blev de konkrete forsøgsresultater?			
Evt. henvisning til bilag			
Modellering			





➤ Illustrationer ➤ Billeder ➤ Modeller (fx molekylebyggesæt, firedaktsmotor, drivhuseffekt, vandets kredsløb ...) ➤ Video ➤ Animationer			
<i>Evt. henvisning til bilag</i>			
Perspektivering ➤ Sammenhæng mellem temaet, det konkrete emne og andre relevante delemner			
<i>Evt. henvisning til bilag</i>			
Kommunikation <u>Relevante fagbegreber til formidling af:</u> ➤ Det faglige indhold (problem-årsag- virkning-løsning) ➤ Sammenhæng mellem			

Bilag 2:



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

temaet/emnet (det faglige indhold / teori) og de udvalgte modeller, forsøg / forsøgsresultater ➤ At forholde sig kritisk			
<i>Evt. henvisning til bilag</i>			

Materialeliste:

◇

◇

◇

◇

◇

Forslag til punkter til din mundtlige præstation til eksamen fra start til slut (jf. "Problem-årsag-virkning-løsning"):

◇

◇

◇

◇

◇

Er sendt til godkendelse - dato:



Bilag 3:



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Faglig journal (opsamling)

Overskrift: _____

<i>Uge</i>	<i>Forsøg/øvelsen</i> <i>Modellen</i>	<i>Hvad viser forsøget</i> <i>/ øvelsen /</i> <i>modellen?</i> <i>Hvad er resultatet?</i>	<i>Hvad har jeg lært?</i> <i>Hvad kan jeg bruge</i> <i>resultaterne/modellen</i> <i>til?</i> <i>Hvad undrer dig/jer?</i> <i>(brug gerne de relevante</i> <i>fagtekster)</i>	<i>Nøglebegreber</i>



Bilag 4:



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Fællesfagligt fokusområde:
Emne:

et repræsentativt billede!

Emnebegrundelse (beskriv problemet)	
Problemstilling	
Arbejdsspørgsmål	➤ ➤ ➤
Navne og klasse:	
Dato:	

Godkendt af:

biologilærere

geografilærere

fysik/kemilærere



Bilag 5:



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Fællesfagligt fokusområde: Energi nok til alle

Overordnet problemstilling: Med et stadigt stigende behov for energi, hvilke energikilder er fordelagtige, når vi samtidigt skal tage hensyn til miljøet og en bæredygtig udvikling i morgen, om 10 år og om 50 år?

Underemne: Vandkraft - De Tre Slugters Dæmning



Emnebegrundelse (beskriv problemet)	Det virkede ideelt at fokusere på vandkraft og De Tre Slugters dæmning i Kina, der også er verdens største dæmning, da det interesserede os begge i form af dens størrelse og enorme mængder af elektricitet, som den producerer årligt. Derfor ville vi gerne undersøge, om et så stor bygningsværk har en tilsvarende stor påvirkning på dens omgivelser.
Problemstilling	Hvilken indvirkning har opførelsen af De Tre Slugters dæmning haft på miljøet omkring den, i form af påvirkningen på dyre-/plantelivet og mennesker i området?
Arbejdsspørgsmål	➤ Hvilke påvirkninger har opførelsen af de tre slugters dæmning haft på dyrelivet, på plantelivet og på mennesker? (Biologi) ➤ Hvordan fungerer et vandkraftværk? (Fysik/Kemi) ➤ Hvor placeres vandkraftværker mest fordelagtigt? (Geografi)

Navne og klasse:

Dato: 11/5-2017

Godkendt af:

biologilærere

geografilærere

fysik/kemilærere





Disposition:

- Problemformulering
- Placering
- Francis turbiner
- Sådan virker den
- De Tre Slugters dæmning
- Indvirkningen
- Miljøet
- Fremtiden
- Perspektivering til Harteværket
- Konklusion

Forsøg:

1. Bygge et overfaldshjul
2. Sådan virker en generator

Kilder:

<http://www.globalis.dk/Satellitbilleder/De-Tre-Kloefter-daemningen>

<https://www.youtube.com/watch?v=b8cCsUBYSkw>

<http://politiken.dk/udland/art5010794/Kinesisk-k%C3%A6mped%C3%A6mning-giver-problemer>

https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam

