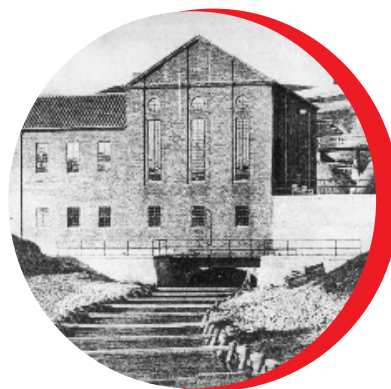

En opdagelsesrejse på Harteværket

Elev-bog





Historien om Harteværket	3
Station A (biologi: fysiologi/ energi/ energitransformation)	6
Station B (geografi: jordbundstyper/ landskabstyper)	10
Station C (fysik: det røde rør – vandets hastighed/ effekt)	14
Station D (fysik: turbine/ generator/ effekt)	16
Løbende tværfaglig journa	18

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



Historien om værket

Vandkraftcentralen i Harte blev bygget i årene 1918-1920, og var det første større anlæg af sin art i Danmark. Bygningen af værket blev påbegyndt mod slutningen af 1. verdenskrig for at dække et voksende behov for energi til belysning og industri.

Det første større vandkraftanlæg i Danmark

I sin tid kunne Harteværket dække næsten halvdelen af Kolding by og oplands forbrug af el, men i dag udgør produktionen kun omkring 1% af forbruget i Kolding by.

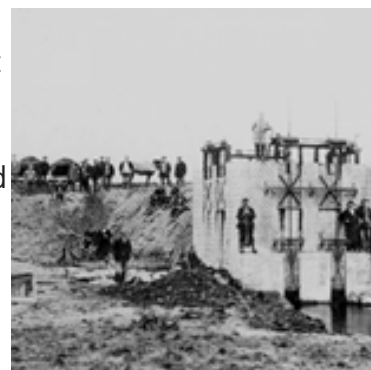
Harteværket blev bygget lige efter første Verdenskrig og sat i drift i 1920. På daværende tidspunkt var der allerede etableret mange elproducerende vandkraftværker over hele jorden. I Europa blev anlæggene især etableret hvor der var store faldhøjder og/eller store vandmængder.

Projektet med opkøb af land, bygning af kanaler og hele projektet kostede 3,6 mio. kr. I nutidens kroner svarer dette til ca. 1300 mio. Værket opnåede dermed en tidsubegrænset ret til vandet.

Bygningerne er tegnet af arkitekt Ernst Pedersen, som har tegnet over 300 offentlige og private bygninger i Kolding. Værket blev drevet sammen med et dampkraftanlæg i Kolding by.

I dag er værket kun en mindre produktionsenhed sammenlignet med de centrale kraftværker, dog et større kraftværk sammenlignet med de mange lokale produktionsenheder som gasmotorer mm.

Harteværket har landets største faldhøjde på ca. 26 meter. El-produktion er afhængig af faldhøjden og vandmængden. Til sammenligning kan vandkraftværker i Norge have faldhøjder på 1000 meter. Værket er i dag fredet, både bygninger og maskineri, fordi værket er et stykke industrihistorie. Hovedparten af udstyret er det originale, og har været i drift i over 90 år.



Fra vand til el

Vandkraftanlægget er projekteret af Kolding-ingeniøren, cand.polyt, Mikkel Thomsen og er lidt af en genistreg.

Dæmningen over Vester Nebel Å ved Ferup tvinger vandet i Alminde Å til at løbe modsat åens naturlige retning og vandet opstemmes derved i Donsøerne.

Fra Donsøerne 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 er i store træk de originale turbiner og generatorer, der i dag bruges til at producere elektricitet på Harteværket.

Faldhøjden er 25,4 meter (Danmarks største), og der strømmer 6.000 liter vand gennem røret hvert sekund.

Trykrøret er forsynet med en spændeventil, hvilket betyder, at går der hul på røret, lukkes automatisk for vandforsyningen

Harteværkets turbiner er de originale maskiner fra 1920. Værkets produktion afhænger af vandmængden.

I et normalt år produceres omkring 2 mio. kWh, men i 1980 var man helt oppe på 3,5 mio. kWh.

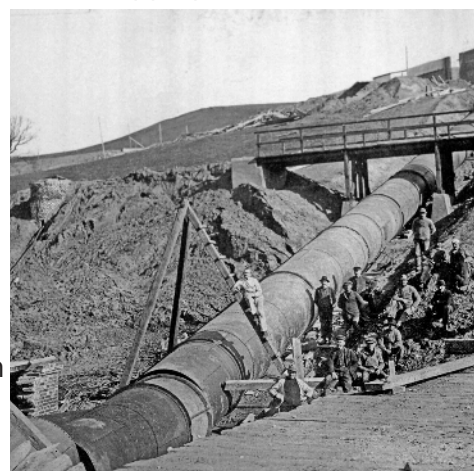
El til hele Kolding og opland

Den årlige produktion af el på Harteværket var beregnet til i gennemsnit at være 1,8 mio. kilowatt-timer (kWh).

I 1920, da Harteværket blev bygget, svarede det 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 værket elproduktion har altså 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.



I 2008 er vandtilførslen til Harteværket reduceret med 60 %, men der produceres fortsat el på Harteværket.

Harteværket er i dag fredet, og derfor siger man, at værket er en levende kulturarv. Harteværket drives i dag af Fonden Harteværket.

Station A:

Langs det store røde rør (se kort) skal I nu lave fysiologiske undersøgelser omkring energiforbrug. I skal måle og afmærke 50 meter på stien langs røret (den bedste placering er fra toppen af røret og nedad). I skal minimum være 3 til denne opgave - I skifter position, så alle kommer igennem forsøgene.

Der skal være en tidtager, en løber og en starter. Tidtageren står klar ved toppen af røret og tager tid på løberen.

Starteren sætter løberen i gang og giver tydeligt signal til tidtageren, hvornår løberen starter.

Løberen løber op langs røret så hurtigt, som muligt.

Tidtager og starter bytter roller og derefter løbes turen ned langs røret, så hurtigt løberen kan uden at miste balancen.

Alle i gruppen prøver at løbe, så der kan beregnes en gennemsnitstid.

I skal observere under løbeturene, hvilke tegn I ser på arbejde i kroppen.

Hvad sker der med balancepunktet på opturen ift. nedturen?



Begrund forskellene, skriv herunder:

STATION A



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Hvilke fysiologiske ændringer mærker du i din krop fra start til slut? Beskriv forskellen, når du løber op og ned?

I kan beregne jeres hastighed på løbeturene (op og ned langs røret) ved at benytte nedenstående formel:

$v=d/t$, hvor v er hastigheden, d er distancen angivet i meter og t er tiden angivet i sekunder.

Løber	d - distance i m (op)	t tid i sek. (op)	Hastighed V (op)	d - distance i m (ned)	t tid i sek. (ned)	Hastighed V (ned)

Hastigheden skal bruges til at beregne, hvor meget energi I bruger ved løb. I skal også bruge løberens vægt - mål denne på den digitale personvægt.

STATION A



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

I kan beregne jeres energiforbrug vha. følgende formel:

$E = 1/2 * m * v^2$, hvor E er energiforbruget angivet i Joule, m er din vægt angivet i kilogram og v er hastigheden angivet i m/s.

Løber	Tid (Op)	Hastighed (op) m/s	E (op)	Tid (ned)	Hastighed (ned) m/s	E (ned)



Opladning af mobiltelefon vha. kondicykel

I skal nu undersøge, om I kan oplade en mobiltelefon ved hjælp af egen energi.
Eksperimentér:

Der er tre forskellige stik til mobiltelefonens oplader. Hvad er forskellen på disse?

KONKURRENCE:

Hvem får først opladet mobilen 1 %? (lad mobilen skifte tal 2 gange, så du får 1 hel %)
Hvor lang tid har deltagerne hver især cyklet, når den 1 % er nået?

Navn: _____ Tid _____

Navn: _____ Tid _____

Navn: _____ Tid _____

Navn: _____ Tid _____

Navn: _____ Tid _____

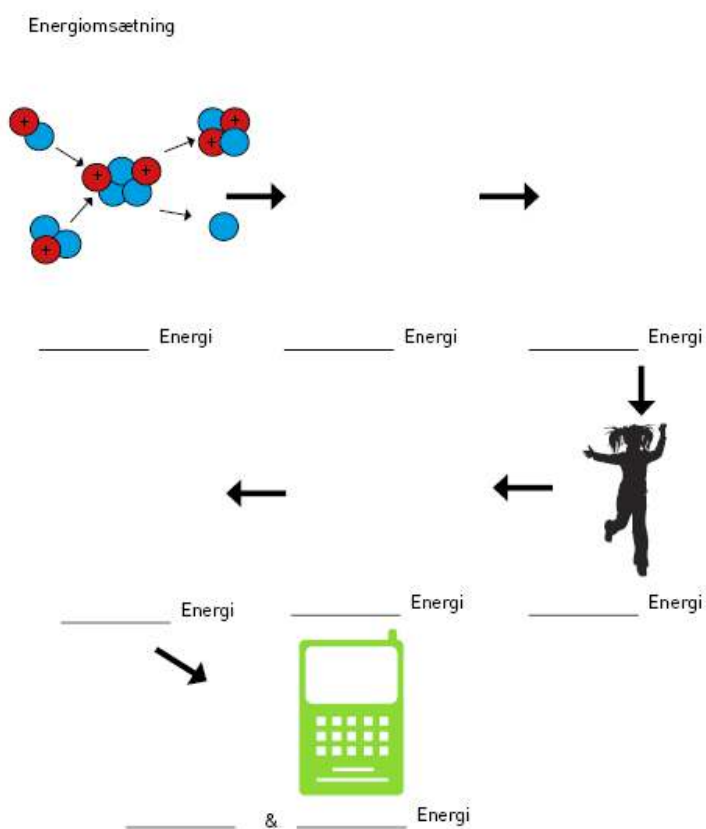
STATION A



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Forklar hvad det betyder, at du skifter fra en lavere effekt og op i en højere – for til sidst at afslutte i den højeste?

Forklar de forskellige energiomsætninger, der indgår i opstillingen (fra solen til mobil via dig):



Tegn eller skriv eksempler på lignende energiomsætninger:

Station B:

I starter inde på værket ved den interaktive sandkasse. Her afprøver I programmet med Ferup Sø, hvor I skal observere, hvad der sker med vandstrømmene, når dæmningen bygges. Hvordan ændrer strømmene sig? Hvilken betydning har det for Harteværket?



Gå nu op for enden af ristehuset. Tag et billede af kanalen og åens løb før kanalen. Hvilke forskelle ser I på åens løb før ristehuset og efter værket?

Sammenlign nu med lokalhistoriske kort. Hvordan så åens løb ud før 1918-20 og efter 1920? Hvilke ændringer er der i åens løb og hvorfor?

STATION B



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

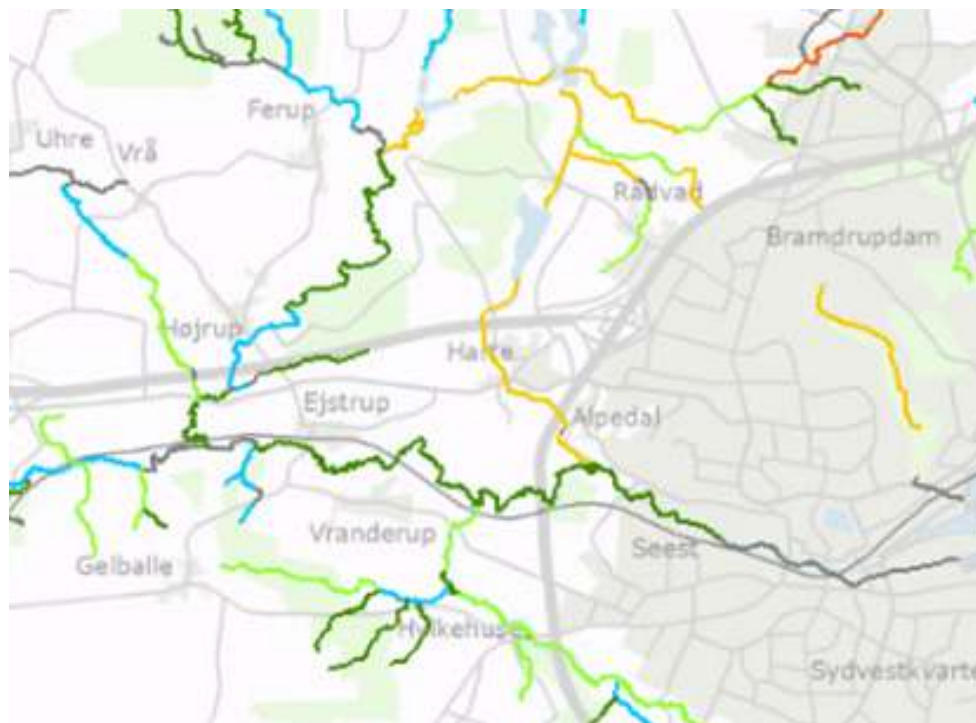
Søg miljøgis på google - åbn første link (Vandrammedirektiver 2011).

Vælg "Vandområdernes tilstand" og derefter "Vandløb - nuværende tilstand".

Zoom ind på Koldingområdet.

Find Harteværket på kortet.

Hvilke forskelle ser I mellem vandløbet ved Harteværket og de omkringliggende vandløb?
Hvorfor tror I der ses disse forskelle?



Kortene på miljøgis er fra 2011 - 3 år efter naturgenopretningsprojektet v. Harte - hvilken betydning kan projektet have haft for vandløbene?

STATION C



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Det røde rør

Røret er 80 meter langt.

Det har en faldhøjde på cirka 26 meter og en diameter på 1,75 meter.

Det nye rør er fremstillet af glasfiberarmeret polyester.

Røret er opdelt i segmenter, hvor hvert enkelt segment er 2,3 meter langt og har en indvendig diameter på 1,6 meter.

I skal undersøge hvor meget vand, der løber gennem turbinerne i sekundet.

I skal også undersøge vandets hastighed hhv. før værket, i det store røde rør og efter værket.

FØR/EFTER VÆRKET:

Forsøget udføres både før og efter værket.



Indløbskanalen

I kan måle hvor hurtigt vandet strømmer i indløbskanalen. Afmål en afstand på 10 m. Smid en pind i vandet før den første markering. Tag tid, hvor lang tid pinden er om at bevæge sig 10 m. stop tiden, når den passerer anden markering. Gentag målingen tre gange og find gennemsnittet.

Måling #	#1	#2	#3
Sek. for 10 m			
Gennemsnit			

Beregn vandets gennemsnitshastighed

$v=d/t$, hvor v er hastigheden, d er distancen angivet i meter og t er tiden angivet i sekunder.

Svar:

STATION C



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

I skal nu beregne, hvor meget vand, der ledes fra kanalen ind i røret pr. sekund.
I skal først beregne tværsnitsarealet af kanalen - aflæs dybden på siden af kanalen.

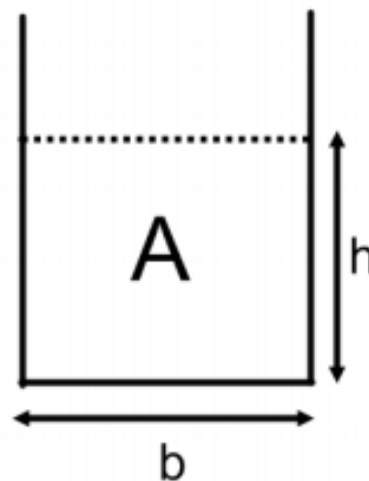
Bredden på kanalen er _____ m.

Hvis kanalens tværsnit er rektangulært med en bredde b , vil vandets tværsnitsareal A være givet ved:

$$A = b \cdot h$$

Tværsnitareal er

Svar:



Når I ganger vandets hastighed og tværsnitsarealet sammen, får I hvor meget vand, der strømmer forbi jer på 1 sekund

Brug nedenstående formel til beregning af vandmængden pr. sekund:

$Q = A \cdot v$, hvor Q er vandmængden pr. sekund, A er tværsnitsarealet af kanalen og v er vandets hastighed.

Svar:

STATION C



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

Lav samme øvelse ved afløbskanalen

Mål hvor hurtigt vandet strømmer i afløbskanalen.

Afmål en afstand på 10 m. Smid en pind i vandet før den første markering.

Tag tid, hvor lang tid pinden er om at bevæge sig 10 m. stop tiden, når den passerer anden markering. Gentag målingen tre gange og find gennemsnittet.

Måling #	#1	#2	#3
Sek. for 10 m			
Gennemsnit			

Beregn vandets gennemsnitshastighed

$v=d/t$, hvor v er hastigheden, d er distancen angivet i meter og t er tiden angivet i sekunder.

Svar:

STATION C



HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

I skal nu beregne, hvor meget vand, der ledes fra værket ud i kanalen pr. sekund.

I skal først beregne tværsnitsarealet af kanalen - aflæs dybden på siden af kanalen. Bredden på kanalen er _____m.

Hvis kanalens tværsnit er rektangulært med en bredde b , vil vandets tværsnitsareal A være givet ved: $A = b \cdot h$

Tværsnitareal er

Svar:

Når I ganger vandets hastighed og tværsnitsarealet sammen, får I hvor meget vand, der strømmer forbi jer på 1 sekund

Brug nedenstående formel til beregning af vandmængden pr. sekund:

$Q = A \cdot v$, hvor Q er vandmængden pr. sekund, A er tværsnitsarealet af kanalen og v er vandets hastighed.

Svar:

Hvordan passer beregninger før/efter røret og aflæsning ved røret sammen? Hvorfor?

STATION D



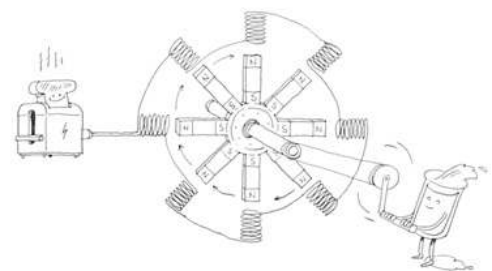
HARTEVÆRKET
ENERGI · VAND · BEVÆGELSE

I skal bruge oplysningerne fra station C i denne opgave - hvis I mangler disse kan læreren hjælpe jer med oplysninger om vandets effekt ved turbinerne.

I skal ind på selve værket. Ved det elektroniske, interaktive bord (overfor sandkassen) finder I nu oplysninger om turbinerne og generatorerne. Prøv at gengive på tegning eller med ord hvordan de fungerer:

Hvor mange omdrejninger pr. sekund foretager rotoren i generatoren?

Svar:



Aflæs effekt fra generatoren:

Svar: