



ELEV - FORSØGSMANUAL

VANDETS VEJE GENNEM TIDEN

PÅ FELTTUR I SØNDERMARKEN MED
NATURVIDENSKABELIGE EKSPERIMENTER
I CISTERNERNES UNDERJORDISKE RUM

VANDETS VEJE GENNEM TIDEN

KÆRE ELEV

Snart skal I besøge Cisternerne – et gemt, underjordisk vandreservoir i Søndermarken. I dag er Cisternerne mest kendt for overraskende kunstudstillinger, men de underjordiske rum med lave temperaturer og en luftfugtighed på næsten 100 procent rummer mange flere fortællinger, der kan udforskes. Først og fremmest har Cisternerne nogle helt særlige klimatiske forhold, der gør stedet til en enestående case ift. studier af drypstenstyper, nedsivningsvand og økosystemer.

Historisk set har Cisternerne spillet en vigtig rolle for hele Hovedstaden. De blev oprindeligt bygget for at forhindre en gentagelse af koleraepidemien i 1853, som slog ca. 4.700 københavnere ihjel. Da Søndermarkens underjordiske vandreservoir stod klar til brug i 1859, var det begyndelsen på bedre hygiejneforhold for Hovedstadens borgere og på løsningen af datidens problemer med vandforsyning.

MÅL MED FORLØBET

Gennem hele forløbet vil I opnå erfaring med at analysere forskellige trin af vandets veje ved hjælp af biologiske, geologiske, kemiske, geografiske og fysiske metoder. Målet med forløbet er, at I skal kunne diskutere udfordringer og muligheder ift. vand og fremtidige generationer.

I skal kunne udføre relevante feltforsøg og undersøgelser af vand i Cisternerne.

Til slut skal I fremlægge jeres undersøgelser og resultater for klassen. På den måde øver I jer i at formidle resultater fra forsøg samt at reflektere over dem. I vil kunne bruge relevante og korrekte fagudtryk og formidle jeres nye viden om vand – ud fra en biologisk, geografisk, geologisk og fysisk-kemisk synsvinkel.



SPØRGSMÅL & HYPOTESE – FORBEREDELSE I KLASSEN

De næste undervisningsgange skal I arbejde med at lave undersøgelser hjemme på skolen og ude på ekskursion.

I dag, på skolen, skal I lave spørgsmål og hypoteser til feltforsøgene i Cisternerne. Spørgsmålene skal I besvare og hypoteserne vil blive be- eller afkræftet i løbet af jeres feltundersøgelser på ekskursionen. Jeres spørgsmål og hypoteser, som I skriver ned i denne forsøgsmanual, vil hjælpe jer med at skabe viden om hvilke faktorer, der har betydning for drikkevandsressourcerne i den virkelige verden.

Inden man kan lave et forsøg, er det vigtigt at have opstillet nogle spørgsmål og hypoteser. Det kan hjælpe én til at arbejde fokuseret og give brugbare resultater i forhold til det emne, man arbejder med. Gennem jeres arbejde i Cisternerne vil I kunne undersøge, hvordan faktorer som CO₂, vandets pH, jordbundsforhold og luftfugtighed påvirker dannelsen af drypsten i Cisternerne. Drypstenenes væksthastighed kan nemlig afsløre noget om tilstanden af det vand, der bevæger sig ned igennem jorden på Frederiksberg.

ARBEJD SAMMEN I GRUPPER:

A

Læs forsøgsvejledningerne på de næste sider igennem, så I forstår, hvad forsøgene går ud på.

B

Gruppen skriver 1 spørgsmål og 1 hypotese til hvert forsøg. Spørgsmål og hypoteser noteres her i manualen under hvert forsøg.

Når I har udfyldt spørgsmål og hypoteser for alle forsøgene i manualerne, afleverer I papirerne med jeres navne på til jeres lærer. I får manualerne tilbage, når I ankommer til Cisternerne, hvor I skal udføre første del af feltforsøgene.



PÅ ESKURSION TIL CISTERNERNE

FORSØGSVEJLEDNING FOR UNDERSØGELSER I SØNDERMARKEN & CISTERNERNE

1

FELTFORSØG

CO₂ (kuldioxid) mængder og påvirkning + luftfugtighed i Cisternerne og Søndermarken (12 minutter)

INTRODUKTION

Luften omkring os indeholder i gennemsnit 0,031% CO₂, men der er mange variabler, der kan påvirke dannelsen- samt niveauet af CO₂. Global opvarmning er et stort fokusområde i vores tid, og her er CO₂ helt afgørende. CO₂ kan opløses i vand og kan sammen med nedsivende vand trænge ned i jorden. Luftfugtighed er en måling for, hvor mættet atmosfæren er med vand. Der er mange faktorer, der kan påvirke, hvor høj eller lav luftfugtigheden er. I Cisternerne spiller CO₂ og luftfugtighed en vigtig rolle. Dannelsen af Cisternernes drypsten afhænger nemlig både af CO₂-niveauet og luftfugtigheden:

Når vandet løber igennem betonen i Cisternerne:

$\text{CaO (calciumoxid)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \text{ (calciumhydroxid)}$

Når kalkmættet vand når Cisternernes loft og reagerer med luften:

$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \text{ (kalk)} + \text{H}_2\text{O}$

FORMÅL

At undersøge CO₂-niveauet og luftfugtigheden nede i Cisternerne og oppe i Søndermarken.

FREMGANGSMÅDE

1. Brug CO₂-måleren til at tage målinger nede i Cisternerne og ude i Søndermarken.
2. Notér målingerne i skemaet.

DISKUTÉR:

- Hvad tror I, de forskellige niveauer af CO₂ i Cisternerne og Søndermarken skyldes?
- Hvordan tror I, at CO₂-niveauet er ude ved Roskildevej eller en anden meget trafikeret vej?
Og hvorfor?
- Hvilke faktorer kan påvirke luftfugtigheden i den normale atmosfære?
- Hvad tror I den høje luftfugtighed i Cisternerne skyldes?
- Cisternernes drypsten er relativt hurtigvoksende (16 cm/år) i forhold til normale huledrypsten.
- Kan I ud fra jeres målinger se, at drypstenene i Cisternerne vokser hurtigt?
- Stemmer jeres målinger overens med jeres hypotese? Hvis ikke: hvorfor?



1

SPØRGSMÅL:

HYPOTESE:

FELTFORSØG 1	Cisternerne	Søndermarken
CO ₂ -måling		
Luftfugtighedsmåling		



FORSØGSVEJLEDNING FOR UNDERSØGELSER VED CISTERNERNE

2

FELTFORSØG

pH-niveau i forskellige vandelementer (24 minutter)

INTRODUKTION

Vandet, der kommer ud af vores vandhane, er pH-neutralt – det vil sige, at det har en pH omkring 7. Regnvand derimod har en tendens til at være lidt surere, end det vand, vi drikker. Planter og dyr er meget følsomme overfor mængden af surhed i regnen og i vandet i vandhuller og søer. Udtrykket ”syreregn” bruger man om regn med en lav pH. Syreregn kan dannes i atmosfæren når CO_2 (kuldioxid) og vand blandes:

Når vand og CO_2 blandes i atmosfæren:
 $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ (kulsyre)

Når vandet siver ned igennem jorden og videre gennem betonen i Cisternerne, påvirkes pH'en.

FORMÅL

At undersøge pH-niveauerne i forskellige vandelementer: Regnvand, søvand og drypstensvand. Regnvand siver ned igennem jorden til Cisternerne og er med til at danne drypstenene. Dog kan vandet også ende i søen ved ”Norske Huset”, hvor det langsomt trænger ned til grundvandet.

FREM GANGSMÅDE

1. Indsaml 3 forskellige vandtyper: Cisternevand (kalkmættet), regnvand og vand fra søen (søen er i den blå cirkel på kortet)
2. Find pH for hver vandtype med pH-strips og en pH-skala
3. Noter pH-målinger i skemaet

DISKUTÉR:

- Hvad kan forskellen mellem de forskellige pH-målinger skyldes?
- Hvilken påvirkning vil det have på dannelsen af syreregn, hvis der lukkes mere CO_2 ud i atmosfæren?
- Stemmer jeres målinger overens med jeres hypotese? Hvis ikke – hvorfor?



2

SPØRGSMÅL:

HYPOTESE:

FELTFORSØG 2	Regnvand	Søen ved Norske Huset	Drypstensvand	Mættet kalkvand
pH				



FORSØGSVEJLEDNING FOR UNDERSØGELSER VED CISTERNERNE

3**FELTFORSØG**

Jordbundens surhed (12 minutter)

INTRODUKTION

Vandet, der befinder sig i jorden, kan have en anden pH-værdi end vandet, man finder i vandhanerne. pH-værdien for vandet, der er i jorden over Cisternerne, har en betydning for dannelsen af drypsten.

FORMÅL

At undersøge pH-værdien i jorden over Cisternerne.

FREMANGSMÅDE

1. Grav 2 teskefulde jord op, put det i et glas.
2. Fyld glasset med demineraliseret vand.
3. Tag en pH-måling af vandet med en pH-strip inden omrystningen.
4. Luk glasset tæt og ryst det godt.
5. Når jorden er bundfældet, og der er en klar vandfase øverst, kan I tage en pH-måling med en pH-strip.
6. Noter pH-målingerne i skemaet.

DISKUTER:

- Hvad tror I, jordens pH-værdi skyldes?
- Hvordan påvirker en lav pH-værdi (<7) væksten af drypstenene?
(hjælp: betonen i Cisternernes tag indeholder kalk. Er det en syre eller base?)
- Hvad kan syreregn gøre ved jordens surhed?
- Hvordan vil det påvirke væksten af drypstenene i Cisternerne, hvis der kom mere syreregn?
- Stemmer jeres målinger overens med jeres hypotese? Hvis ikke - hvorfor?



3

SPØRGSMÅL:

HYPOTESE:

FELTFORSØG 3	Før omrystning	Efter omrystning
pH-måling af jordbunden		



EVALUERING OG FÆLLESFAGLIGT FOKUSOMRÅDE

TILBAGE PÅ SKOLEN

EVALUERING

Tal om arbejdet med undersøgelsesnes faser og om gruppearbejdet før, under og efter ekskursionen.

FÆLLES I KLASSEN

Find i fællesskab på nogle gode eksempler på problemstillinger indenfor området "Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer".

GRUPPEARBEJDE

Udvælg en god problemstilling.

Lav tre arbejdsspørgsmål til jeres problemstilling.

Find på et forsøg, som man vil kunne lave til problemstillingen.

Fremlæg det, I har fundet frem til, for resten af klassen.

EKSEMPLER PÅ LÆRINGSMÅL

- Du kan nu på baggrund af undersøgelserne beskrive kendetegnene for vandet i Cisternerne.
- Du kan nu lave hypoteser, planlægge og udføre forsøg, måle resultater og reflektere over forsøgsresultater.



A group of people, mostly young adults, are standing in a dark, arched underground passage. They are looking up at a hanging light fixture. The passage has multiple arches receding into the distance. The floor is wet and reflective. The lighting is dim, with the primary light source being the hanging fixture.

FIND VEJ: CISTERNERNE

Plænen i Søndermarken overfor
Frederiksberg Slot. Nedgang ved
glaspyramiderne nær springvandet.

Cisternerne
cisternerne.dk

Vandets vej
vandetsvej.dk