

VANDETS VEJ GENNEM TIDEN

På felttur i Cisternerne – underjordiske rum for naturvidenskabelige eksperimenter



VANDETS VEJ GENNEM TIDEN

KÆRE ELEV

Snart skal I besøge Cisternerne - et gemt, underjordisk vandreservoir i Søndermarken. I dag er Cisternerne kendt for sine spektakulære samtidskunstudstillinger. Men de underjordiske sale med kolde temperaturer og en luftfugtighed på næsten 100 procent byder på langt mere end kunst. Først og fremmest har Cisternerne helt særlige klimatiske forhold, der gør stedet til en enestående case til studier af drypstentypen, nedslagsvand og økosystemer.

Desuden spiller Cisternerne en vigtig rolle i hovedstadens historie. Cisternerne blev nemlig oprindeligt bygget for at forhindre en gentagelse af koleraepidemien i 1853, som slog 4.700 københavnere ihjel. Da Søndermarkens underjordiske vandreservoir stod klar til brug i 1859, var det begyndelsen på livsvigtigt, bedre hygiejne for Hovedstadens borgere- og på løsningen af fortidens vandforsyningsproblemer.

MÅL MED FORLØBET

Når forløbet er slut, har I fået erfaring og viden omkring de nuværende og fremtidige udfordringer for drikkevandsforsyningen i Hovedstaden. Desuden vil I få viden om, hvordan vandet bevæger sig ned igennem jorden til grundvandet, og hvilke geologiske, fysiske og kemiske faktorer, der påvirker vandets tilstand. I skal derfor koble den viden, I får i Cisternerne, sammen med den tilstand, som verden i dag befinder sig i. På den måde bruger I jeres perspektiveringskompetence.

Gennem hele forløbet vil I få erfaring i at analysere forskellige trin af vandets vej ved hjælp af biologiske, geologiske, kemiske, geografiske og fysiske metoder. Målet med forløbet er, at I skal kunne diskutere udfordringer og muligheder for fremtidens drikkevandsbehandling.

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 at formidle resultater af forsøg og refleksioner over resultaterne. I vil kunne kommunikere ved at bruge relevante og korrekte fagudtryk samt formidle jeres nye viden om vandets kredsløb og grundvand – både fra en biologisk, geografisk, geologisk og fysisk-kemisk synsvinkel.

SPØRGSMÅL OG HYPOTESE – FORBEREDELSE I KLASSEN

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

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

Inden man kan lave et forsøg, er det vigtigt at have opstillet nogle spørgsmål og hypoteser. Det kan hjælpe en til at arbejde fokuseret og give brugbare resultater i forhold til det overemne, 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 Skriv i gruppen 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 VED CISTERNERNE



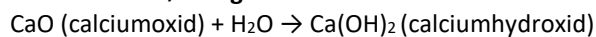
FELTFORSØG

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

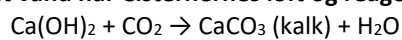
INTRODUKTION

Luften omkring os indeholder i gennemsnit 0,031% CO₂, men der er mange variabler, der kan påvirke niveauet af CO₂. Global opvarmning er et stort fokusområde i den moderne verden, og her er CO₂ helt afgørende. CO₂ kan opløses i vand og kan sammen med nedsivende vand trænge ned til grundvandet. 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 Cisternerne drypsten afhænger nemlig af både CO₂-niveauet og luftfugtigheden i Cisternerne:

Når vandet løber igennem betonen i Cisternerne:



Når kalkmættet vand når Cisternerne loft og reagerer med luften:



FORMÅL

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

FREM GANGSMÅDE

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

DISKUTER

- ... Hvad tror I, de forskellige niveauer af CO₂ i Cisternerne og Søndermarken skyldes?
- ... Hvordan tror I, CO₂-niveauet ude ved Roskildevej eller en anden meget trafikeret vej er? Hvorfor?
- ... Hvilke faktorer kan påvirke luftfugtigheden i den normale atmosfære?
- ... Hvad tror I den høje luftfugtighed i Cisternerne skyldes?
- ... Cisternerne 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?

SPØRGSMÅL:

HYPOTESE:

Feltforsøg 1	Cisternerne	Søndermarken
CO2 måling		
Luftfugtighedsmåling		

FORSØGSVEJLEDNING FOR UNDERSØGELSER VED CISTERNERNE



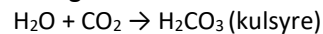
FELTFORSØG

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. Men dette kan let ændres. Regnvand og grundvand 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 vandet, der forbliver i vandhuller og søer. Udtrykket "syrrregn" bruger man om regn med en lav pH. Syrrregn kan dannes i atmosfæren når CO₂ (kuldioxid) og vand blandes:

Når vand og CO₂ blandes i atmosfæren:



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

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.

FREMGANGSMÅDE

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

DISKUTER

- ... Hvad kan forskellen mellem de forskellige pH-målinger skyldes?
- ... Hvilken påvirkning vil det have på dannelsen af syrrregn, hvis der lukkes mere CO₂ ud i atmosfæren
- ... Stemmer jeres målinger overens med jeres hypotese? Hvis ikke:

hvorfor?

.....

SPØRGSMÅL:

HYPOTESE:



Feltforsøg 2	Regnvand	Norske søvand	Drypstens vand
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 drypstenene.

FORMÅL

At undersøge pH-værdien i jorden over Cisternerne.

FREM GANGSMÅDE

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: betonet i Cisternernes tag indeholder kalk. Er det en syre eller base?)
 - ... Hvad kunne 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?
-

SPØRGSMÅL:

HYPOTESE:

Feltforsøg 4	Før omrystning	Efter omrystning
Jordbunds pH måling		

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

- 1 Udvælg en god problemstilling
- 2 Lav tre arbejdsspørgsmål til jeres problemstilling
- 3 Find på et forsøg, som man vil kunne lave til problemstillingen
- 4 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 forklare nedsivning af regnvand til grundvand og kendetegnene for grundvandet på Frederiksberg
- Du kan nu illustrere processer ved produktion af drikkevand på Frederiksberg
- Du kan nu lave hypoteser, planlægge og udføre forsøg, måle resultater og reflektere over forsøgsresultater