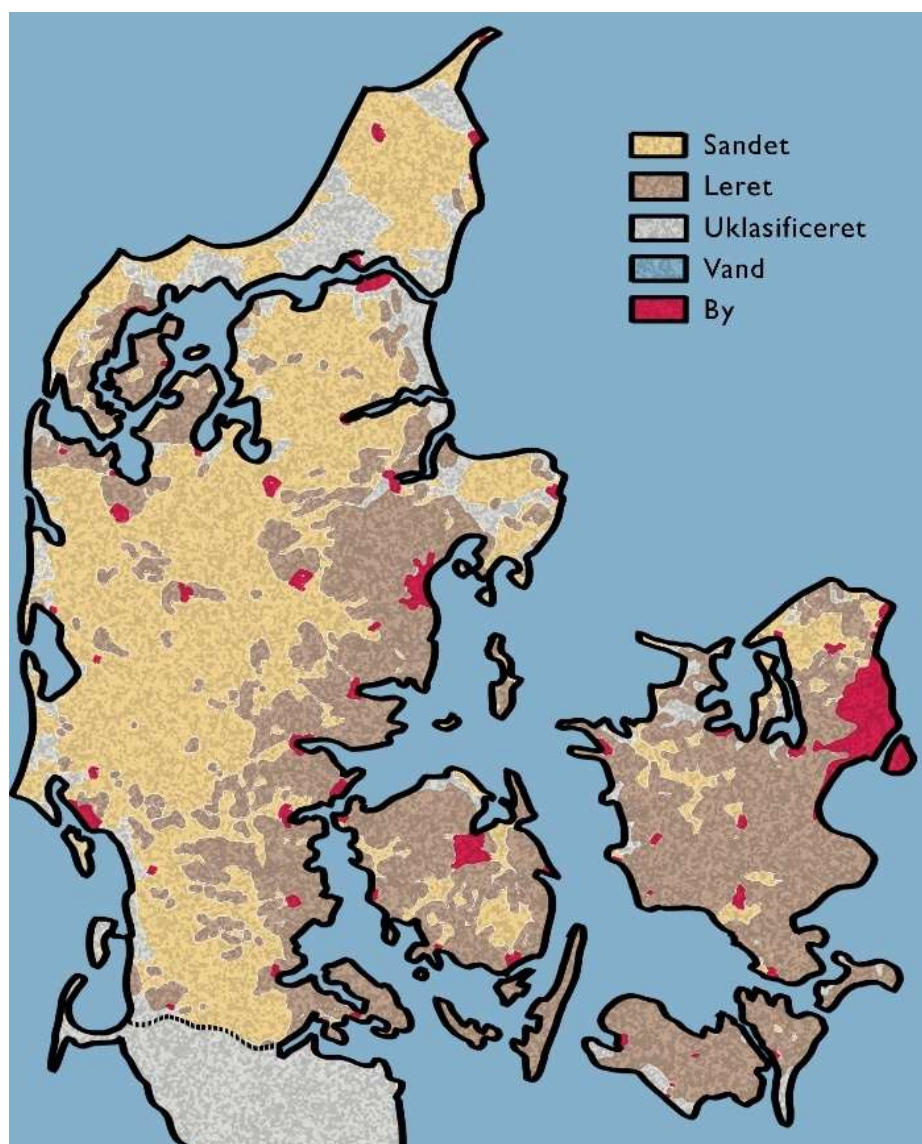


NEDSIVNING



NEDSIVNING - induktiv tilgang og induktiv metode

Indledende lærer noter

Forarbejde

Formålet med forsøget er egentlig at undersøge nedsivningen i forskellige jordtyper, men der kan komme mange andre forslag til jordbundsundersøgelser ind over. Her tages dog udgangspunkt i nedsivning. Undersøgelserne bør foregå i felten - der hvor jordtyperne findes. Dette kræver, at udstyret medbringes hjemmefra, og er af materialer, der kan holde til transporten. Man kan overveje at pakke en rygsæk pr gruppe, så eleverne selv bærer deres udstyr med sig, men så låser man dem allerede på, hvilke materialer, de får stillet til rådighed. Omvendt kan man jo ikke medbringe hele laboratoriet, så et forslag kunne være, at eleverne hjemmefra diskuterer hvilket udstyr, de ville få brug for. Eller - alternativt - at de i felten indsamlede jordprøver, som de tog med tilbage til laboratoriet og undersøgte. Et kompromis er at medbringe tasker med forskelligt udstyr - en taske med kajakrør, en taske med syltetøjsglas, en taske med vandflasker osv., så eleverne i felten præsenteres for et udvalg af relevante materialer til forskellige forsøg. Som sagt vil der i det følgende blive taget udgangspunkt i en øvelse med nedsivning.

Alle mål i vejledningen er cirka-tal, hvilket giver god grund til en diskussion af metoden og muligheder for forbedring af denne

Undrende spørgsmål til eleverne

Hvis man arbejder induktivt, skal ideerne komme fra eleverne selv.

Forskellige spørgsmål til dem kunne være:

"Vi kan se, at der gror forskellige planter forskellige steder. Hvad kan dette skyldes? Hvordan kan man undersøge det?"

"Sammenligner man plantemængden og plantesammensætningen af ved en strand med mængden og sammensætningen andre steder, er der tydelig forskel. Hvad kan dette skyldes, og hvordan kan man undersøge det?"

"Hvorfor gror der ikke planter længere ud mod vandet på stranden? Der er stort set altid nogle meter, hvor der er bart sand (eller sten) uden bevoksning. Hvad kan det skyldes? Hvordan kan man undersøge det?"

"Der gror ikke ret mange planter i en nedlagt grusgrav. Hvad kan det skyldes? Hvordan kan man undersøge det?"

Eller med lidt mere guidning - udvælg to pædagogiske steder:

"På disse to lokaliteter er nedsivningshastigheden forskellig. Hvad kan det skyldes? Hvordan kan man undersøge det?"

Vælg et spørgsmål, enten herfra eller stil et tilsvarende selv. Det er vigtigt at det passer til de lokale forhold og muligheder. Kopier spørgsmålet ind i elev-vejledningen.

Lad eleverne lave en eller flere hypoteser, som de skal designe forsøg til at efterprøve eksperimentelt. Hvis eleverne har nogle gode ideer, bør de have lov at prøve dem af, også selvom man som lærer godt ved, at den undersøgelse de laver, ikke vil føre et svar med sig. I så fald må man tage snakken med dem bagefter - hvorfor fik de ikke de forventede resultater?

Klargøring af forsøg

Materialer (pr. gruppe)

- 1 laboratoriestativ med holdere og klemmer
- 2 kajakrør
- 2 små stykker stof (fra et gammelt hovedpudebetræk eller lignende)
- 2 gummibånd
- 1 plastikmålebæger (litermål til køkkenbrug)
- 1 plastikkop
- Vand (medbringes i sodavandsflasker)
- Graveske
- To forskellige slags "jord".

Man kan desuden overveje at medbringe sigter og lade eleverne sigte jorden, således at denne inddeles i flere fraktioner med forskellig partikelstørrelse, inden nedsivningsforsøget. Dette vil give et rigtig godt billede af partikelstørrelsens betydning for nedsivningshastigheden og gøre det muligt efterfølgende at tegne en graf over sammenhængen. Men der er flere ting, der taler imod det:

- Hvis jorden er våd, er det stort set umuligt at sigte den korrekt
- Det tager meget lang tid at sigte nok jord til at lave forsøg med alle de forskellige partikelstørrelser
- Pointen er lige så tydelig med kun to fraktioner (sand/grus og jord), også selvom disse ikke er helt rene partikelstørrelsesmæssigt

Men hvis sigter er en del af det udstyr, der medbringes i felten, og eleverne vælger at bruge dem, kan de jo selv gøre sig deres egne erfaringer.

I vejledningen fremgår det, at der er tale om to forskellige typer jord. Jo større forskel i partikelstørrelsen, der er mellem de to jordtyper, jo større bliver forskellene i resultaterne, og jo tydeligere bliver pointen med forsøget. Man kan med fordel bruge grus eller sand (store partikler) og lerholdig jord (finere partikler). Er man så heldig at være i nærheden af en grusgrav, en strand eller tilsvarende, er det rigtig fint som den ene slags "jord" (hvilket fremgår af spørgsmålene på første side). Forslag kunne derfor være at:

- Vælge et sted, hvor der er adgang til to forskellige slags jord
 - o Grusgrav, strand eller lignende kontra mark
 - o Skrænt, hvor der er sket tydelig erosion, så man kan arbejde med tilbageblevne store partikler på toppen kontra det aflejrede materiale nedenfor skrænten
- Udføre øvelsen to forskellige steder. I så fald behøver hver gruppe kun 1 kajakrør, da rørene ikke skal anvendes samtidig

- Medbringe jord fra en lokalitet til en anden, så eleverne selv opsamler prøverne forskellige steder, men udfører forsøget samlet det ene sted. I så fald skal medbringes poser eller spande til transport af jorden
- Vælge forskellige naturtyper (eks. højedrag/lavning) - her er der dog nok mindre forskel i partikelstørrelsen

Overvej desuden

- Er der på de udvalgte lokaliteter et højt humusindhold i jorden?
- Er materialet på de udvalgte lokaliteter rimelig sorteret eller fuldstændig usorteret?
- Hvordan er vandmætningen af jorden?

Der vil være forskel på nedsivningshastigheden alt efter, om jorden er mættet eller umættet med vand. Man kunne derfor overveje at gennemføre forsøget to gange (men det kommer eleverne nok ikke i tanke om):

- 1) Jordprøverne har det vandindhold, de har naturligt på dagen (sørg for at det er så ens som muligt mellem de to jordprøver)
- 2) Forsøget gennemføres endnu en gang. Denne gang er søjlerne vandmættede fra forsøg 1

Udførelsen af selve forsøget:

Mængden af oplysninger, der skal gives, afhænger af klassen, omstændighederne mv - jo færre oplysninger, jo mere skal de tænke selv. Gør det gruppevis - jo mindre de får foræret, jo mere er de nødt til at tænke selv. Oplysningerne her er kun ment som hjælp til de grupper, der går helt i stå:

- Eleverne skal selv finde to slags jord med forskellig partikelstørrelse
- Kajakrørene lukkes forneden med et lille stykke stof og en elastik. Det holder på jorden, men tillader vandet at passere
- Der skal fyldes jord i to jakkrør pr gruppe - de forskellige slags jord i hver sit rør
- Det er vigtigt at højden af jordsøjlerne bliver den samme ($1/2 - 2/3$ op i rørene - der skal være nok jord, til at man kan se forskel i nedsivningshastigheden, men omvendt skal der også være plads over jordsøjlen til at hælde vand over)
- Der bør ikke være store urenheder i jorden, såsom sten, smågrene, humus og andet
- Det er en god ide at banke røret let mod jorden (jorden pakkes herved tættere, så der ikke er store luftlommer i rørene)
- Når søjlerne er pakket, skal der hældes samme mængde vand over begge søjler. I denne forbindelse er der igen flere overvejelser:
 - o Hvordan sikrer man, at der kommer samme mængde vand i begge jakkrør, når man kun har et målebæger/litermål?



Figur 1: Kajakrør lukket med stof og gummibånd

- Hvor meget vand skal der bruges? (Typisk anvendes 100-300 mL vand). Jo mere jord, der er i søjlerne, jo mindre vand er der plads til. Det er ret vigtigt, at der hældes samme mængde vand op i rørene, da vandsøjletrykket ellers vil være forskelligt, hvilket påvirker nedsivningshastigheden (ren tyngdekraft: jo mere vand, jo tungere vil det være)
- Hvordan kan øvelsen gøres kvantitativ? Her vælges typisk
 - at tage tid på den første dråbe, der passerer
 - at tage tid indtil et bestemt volumen er passeret
 - at tage tid indtil det holder op med at dryppe (alt vandet er passeret)



Figur 2: Billeder af forsøgsopstillingen. Fra venstre mod højre: kajakrør med meget store partikler, kajakrør med mindre partikler og den færdige forsøgsopstilling

Overvejelserne i elev-vejledningen

Kan præsenteres for eleverne før de laver forsøget. I så fald skal det gøres gruppevis, så der kun hjælpes/støttes, hvor der er behov for det. Alternativt skal de først udleveres til eleverne efterfølgende, og kan så inddrages i diskussionen af resultaterne. Jo færre oplysninger, der gives inden forsøget, jo flere fejlkilder vil der selvfølgelig være, og jo mere lægger det op til en diskussion af metoden efterfølgende

Faglig introduktion

Da det er pointen, at øvelsen udføres induktivt, bør den faglige introduktion/forklaring ikke gives inden selve udførelsen af forsøget. Måske/forhåbentlig kommer eleverne selv frem til at partikelstørrelsen har betydning for nedsivningshastigheden.

Forklaring:

”Jordbunden” er defineret som de øverste mere eller mindre porøse jordlag, der udgør overfladen i et bestemt område. Man kan sige, at jordbunden er den del af jordens overflade, der ligger over den uorganiske undergrund.

Det, man i daglig tale kalder ”jord”, er i virkeligheden et meget sammensat materiale bestående af

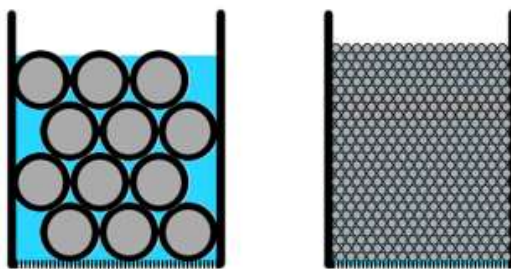
- Dødt organisk materiale, som døde smådyr, dødt plantemateriale og humus
- Forskellige typer levende organismer, såsom bakterier, svampe og smådyr
- Uorganiske mineralske partikler af forskellig størrelse, såsom sand, silt og ler
- Forskellige typer næringssalte, blandt andet nitrat og fosfat
- Vand
- Luft

Når det regner, trænger vandet ned gennem jorden ved at løbe i hulrummene/lufthullerne mellem de forskellige partikler, jorden består af. Denne proces kaldes nedsivning, og den afhænger af flere ting: Vandet trækkes nedad af tyngdekraften, men nedsivningen bremses af modstanden fra de faste materialer, som jorden består af. Vandet bevæger sig nedad gennem de porehulrum, der er mellem de faste materialer, og nedsivningen afhænger derfor af omfanget (antal og størrelse) af og formen på disse hulrum. Hvis porehulrummene er tilstrækkeligt små, vil også kapillærkræfterne påvirke vandets bevægelse – dels kan de bidrage til at trække vand nedad, men de kan også trække vand opad mod trækket fra tyngdekraften. En effekt af dette er, at en del af vandet tilbageholdes i de mindste porehulrum til trods for tyngdekraftens træk. Dette bidrager til jordens markkapacitet dvs. dens resterende vandindhold efter tyngdekraften har trukket så meget vand som mulig ud deraf. Vandet kan også blive tilbageholdt af partiklerne i jorden, fordi det kan lægge sig som en tynd hinde omkring de enkelte partikler og pga. vandets overfladespænding derved forhindres i at sive længere ned. Det er dog kun aktuelt, når jorden ikke er vandmættet.

Som det ses på den meget forenkledte illustration herunder, er der en tydelig sammenhæng mellem partiklernes størrelse og størrelsen af de hulrum, der opstår mellem partiklerne. Og jo større hulrum, jo hurtigere vil vandet passere.

Strandsand består af meget store partikler, der let kan ses med det blotte øje. Hulrummene mellem disse partikler er ret store, hvilket gør, at vandet trænger meget hurtigt ned. De fleste børn har således prøvet at bygge sandslotte på stranden og grave voldgrave omkring - og fylde disse voldgrave op med vand igen og igen og igen... Blot for at konstatere, at hver gang, de har hentet en ny spand vand, så er det vand de hentede før sunket væk¹

¹ Med mindre man er så smart at lave voldgraven i vandkanten, så bølgerne hjælper med at fylde den op - men helst uden at bort-erodere slottet...



Figur 3: Jo større partikler, jo større er hulrummene mellem partiklerne²

Ud over hulrummenes størrelse, har det også betydning, hvor godt hulrummene er forbundet. Figur 3 illustrerer to meget forsimplede situationer, hvor alle partikler har samme størrelse og ligger meget geometrisk placeret i forhold til hinanden. I naturen vil materialet sjældent være så sorteret, så der kan sagtens opstå hulrum, der er adskilte fra hinanden.

Krummestrukturen har ligeledes betydning for nedsivningshastigheden, foruden jordens indhold af dødt organisk materiale og humus.

² Illustration: Oliver Streich

Svar på spørgsmål i elev-vejledningen: overvejelser og efterbehandling

Overvejelser:

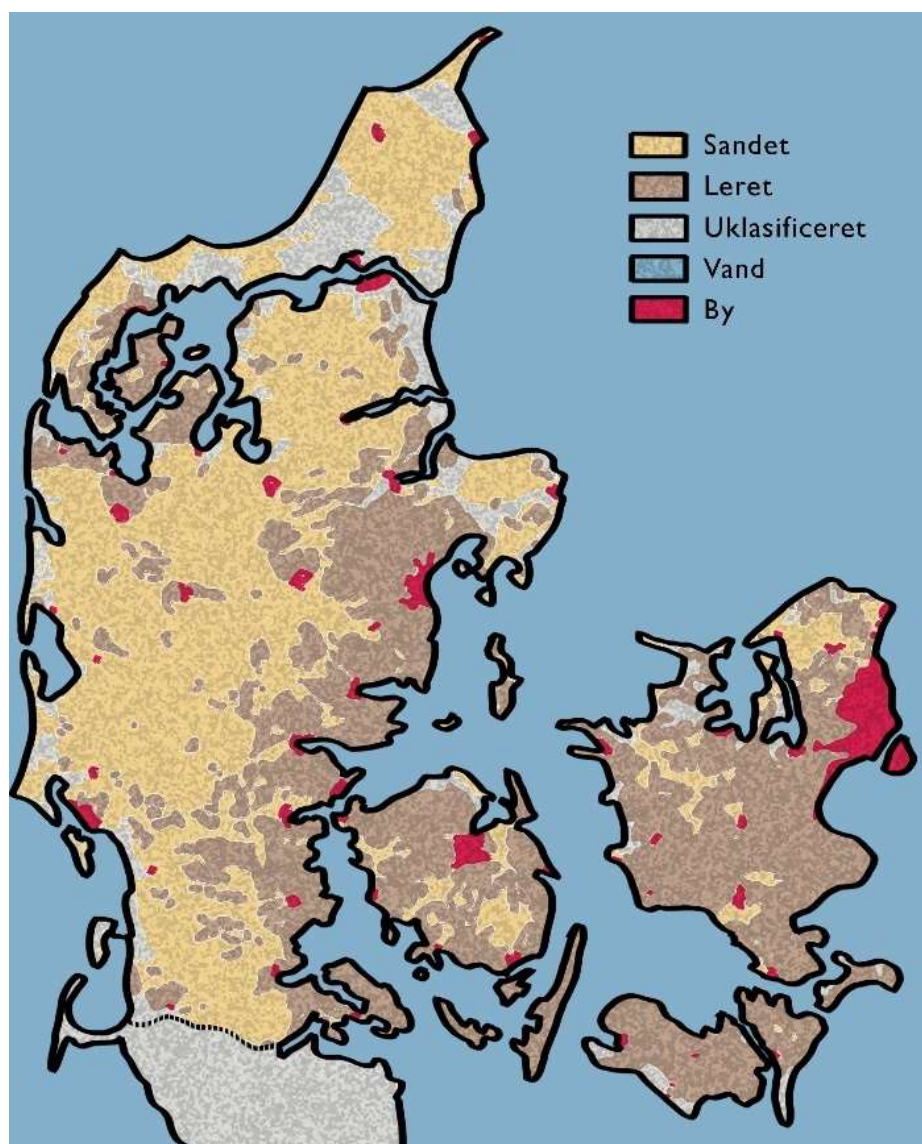
- Hvorfor er det vigtigt, at højden af jordsøjlerne i de to kajakrør er den samme?
 - o Den naturvidenskabelige metode: det handler om kun at variere en faktor ad gangen. Jo højere jordsøjle, jo længere gennemløbstid for vandet. Her er det jordtypen, der varieres, og derfor skal højden af jordsøjlerne være den samme.
- Hvorfor er det en god ide at banke rørene let mod jorden? Hvorfor er det ikke smart med store luftlommer i jordsøjlen?
 - o Når man banker kajakrørene let mod jorden, rystes jordprøverne sammen, hvilket fjerner de største luftlommer. Luftlommer vil påvirke nedsivningshastigheden, da vandet frit passerer gennem disse - gennemløbstiden vil derfor blive for kort ved en luftfyldt søjle i forhold til en mere tætpakket søjle
- Hvorfor bør der ikke være sten, smågrene, humus og andet i jordsøjlerne?
 - o Stort set samme svar som ved luftlommerne - de forhindrer at søjlerne bliver ensartet og tæt pakkede, så vandet passerer ujævnt.
- Hvilken betydning har det for resultaterne, hvis materialet i søjlerne ikke er sorteret (at det ikke udelukkende er store partikler i det ene rør og små partikler i det andet)?
 - o Hvis der ligger små partikler i mellemrummene mellem de store partikler, vil de udfylde nogle af hulrummene, hvilket vil give en langsommere nedsivning. Lad evt. eleverne illustrere dette på en figur svarende til den, der er i deres vejledning
- Hvorfor er det vigtigt at jorden i de to søjler er lige våd/tør inden forsøget?
 - o Når der hældes vand gennem en jordsøjle, vil det første vand gå til mætning af jordsøjlen. Hvis jorden er tør ved forsøgets start, bruges der en del vand til mætningen, og det tager derfor længere tid førend vandet passerer gennem jordsøjlen. Er jorden derimod våd, kræves der mindre vand førend mætningen opnås, og vandet passerer derfor hurtigere gennem jorden. Igen er der tale om den naturvidenskabelige metode; én faktor varieres ad gangen
- Det er vigtigt at søjlerne er lige tørre/våde, da vandmætningen har betydning for nedsivningshastigheden. Hvordan kan det sikres at begge rør har samme grad af vandmætning?
 - o Man kunne starte med at vandmætte begge søjler eller tørre jorden i begge søjler (noget mere tidskrævende).
 - o Man skal være opmærksom på, at begge prøver har været udsat for de samme vand-forhold:
 - at den ene prøve ikke udtages i læ under et træ, en bygning eller andet
 - at den ene prøve ikke udtages ved en søbred, en fugtig lavning eller tilsvarende våd jord

Efterbehandling:

- Hvad viser resultaterne?
 - Højest sandsynligt vil de vise, at vandet passerer hurtigt gennem sand/grus og langsommere gennem mere lerede jorde
 - Dette kan de fleste relatere til - stort set alle har prøvet at bygge sandslotte på stranden og fylde vand i voldgraven rundt om slottet - igen og igen...
- Hvis der blev observeret forskellige nedrivningstider, hvad kan dette så skyldes?
 - Det handler om partikelstørrelsen i jordprøverne. I sand og grus er partiklerne meget store, hvilket giver store hulrum rundt om dem, som vandet hurtigt passerer igennem. I mere leret jord er mellemrummene mellem partiklerne mindre, og her tager det længere tid for vandet at passere.
 - Det kan sammenlignes med to store kasser; en med fodbolde og en med bordtennisbolde. Spørger man eleverne, vil de ikke være i tvivl om, at luftlommerne er større i kassen med fodbolde i forhold til kassen med bordtennisbolde
- Kan alle resultater forklares ud fra partikelstørrelsen, eller skyldes de fejlkilder ved forsøget?
 - Blandede jordtyper
 - Urenheder i form af smågrene, sten, rødder mv
 - Luftlommer i jordsøjlen
 - Højden af jordsøjlerne
 - Vandmætningen af jordsøjlerne inden forsøget
 - Tidtagningen
- Metodiske overvejelser - hvordan kan forsøget optimeres?
 - Bedre pakning af søjler
 - Sigtede jordprøver, så alle partikler i hver søjle er af samme størrelse
 - Opmåling eller afvejning af jord til søjlerne
 - Tidtagningen?
- Hvordan kunne forsøget tilpasses/udvides til også at bestemme markkapaciteten?
 - Markkapaciteten er jordens evne til at tilbageholde vand og kan eks. måles i mL/g.
Et forslag kunne være
 - Luk søjlen med stof som beskrevet i øvelsesvejledningen.
 - Afvej en bestemt mængde jord, og put jorden i kajkrøret som beskrevet i øvelsesvejledningen.
 - Afmål et bestemt volumen vand og hæld vandet op i røret
 - Lad alt vandet dræne fra jordprøven (husk at opsamle vandet)
 - Når der ikke drypper mere vand fra søjlen, aflæses volumen af det opsamlede vand
 - Forskellen mellem startvolumen og det opsamlede volumen er et udtryk for markkapaciteten
 - Har man ikke måleglas med, kan vægten også bruges til vandet, idet vands densitet jo er 1 mg/mL. I så fald vejes vandet end det hældes op i rørene og efter det er løbet gennem rørene
 - Dette forsøg kræver: måleglas eller vægt, samt noget at afveje jorden i
- Følgende Danmarkskort viser jordbundens sammensætning og årsnedbøren i Danmark. Det ses, at der kommer meget nedbør i Vestjylland. Alligevel gør vandmangel det vanskeligere at dyrke landbrug her end eksempelvis på Fyn. Forklar hvorfor

- Det ses, at jordbunden er meget sandholdig i den vestlige del af Jylland. Det betyder, at selvom der kommer meget nedbør, vil vandet hurtigt synke så dybt ned, at det ikke længere er tilgængeligt for planterne.

NEDSIVNING



Nedsivning

Spørgsmål

Skriv et undrende spørgsmål ind her

Hypotese

Hvad kan svaret (eller svarene) være på ovenstående spørgsmål?

Formuler det som en (eller flere) hypoteser

Materialer

Hvilke materialer skal bruges til at efterprøve hypotesen (hypoteserne)?

Fremgangsmåde

Hvordan skal et forsøg struktureres og udføres, så det kan efterprøve hypotesen? Det er vigtigt at diskutere hele forsøget igennem inden I går i gang.

Opskriv eller indtal/optag en præcis vejledning trin for trin

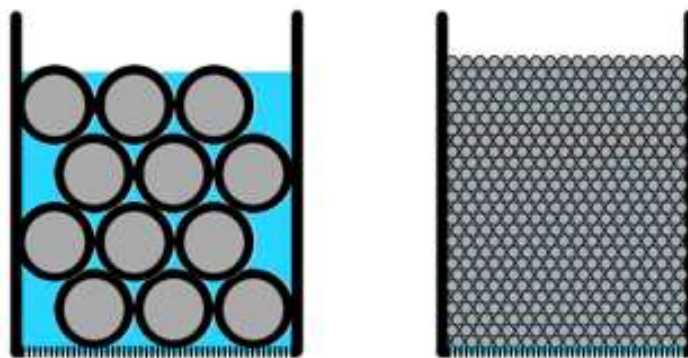
Husk altid kun at variere en faktor ad gangen.

Overvejelser:

- Hvorfor er det vigtigt, at højden af jordsøjlerne i de to kajakrør er den samme?
- Hvorfor er det en god ide at banke rørene let mod jorden? Hvorfor er det ikke smart med store luftlommer i jordsøjlen (se figur 1)?
- Hvorfor bør der ikke være sten, smågrene, humus og andet i jordsøjlerne?
- Hvilken betydning har det for resultaterne, hvis materialet i søjlerne ikke er sorteret (at det ikke udelukkende er store partikler i det ene rør og små partikler i det andet)? Lav en illustration af en ikke-sorteret søjle. Tag udgangspunkt i figur 2 herunder
- Hvorfor er det vigtigt at jorden i de to søjler er lige våd/tør inden forsøget?
- Det er vigtigt at søjlerne er lige tørre/våde, da vandmætningen har betydning for nedsivningshastigheden. Hvordan kan det sikres at begge rør har samme grad af vandmætning?



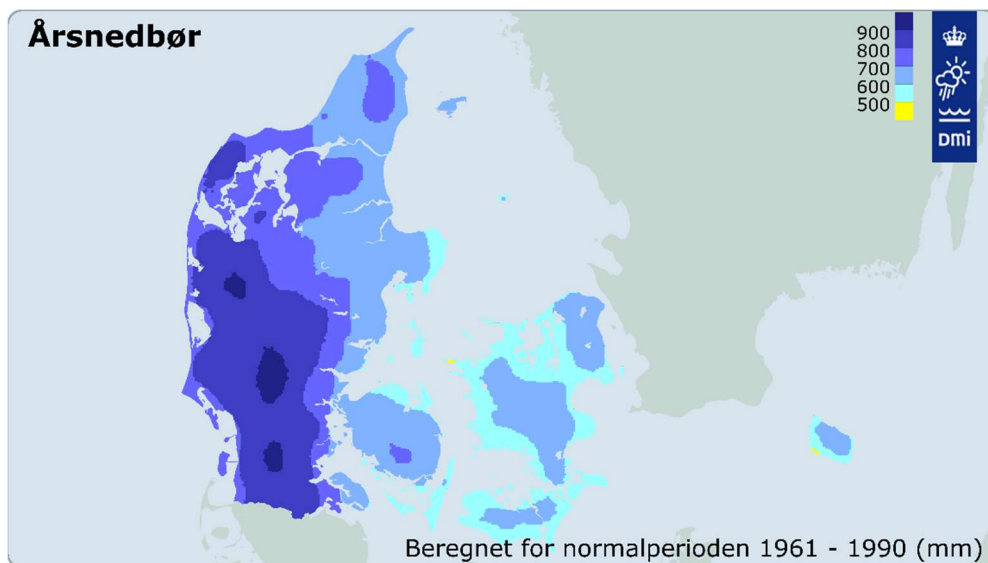
Figur 1: Kajakrør med tydelige luftlommer.
Denne søjle er ikke pakket optimalt



Figur 2: Jo større partikler, jo større er hulrummene mellem partiklerne

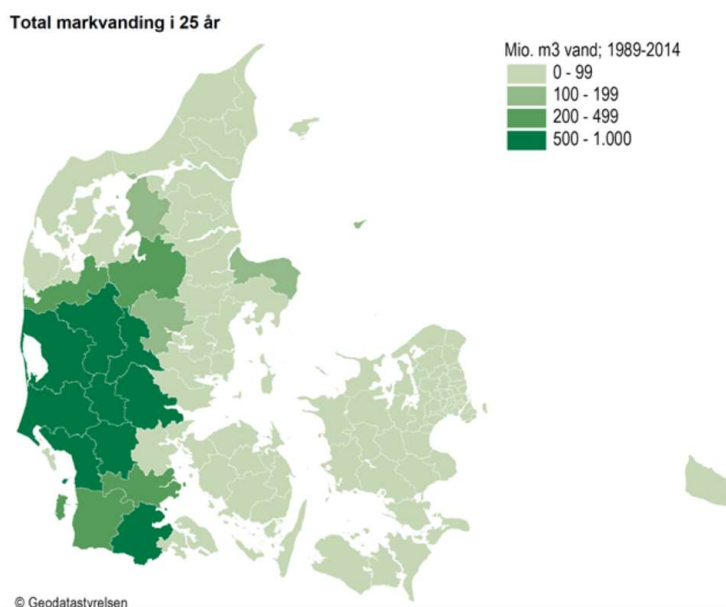
Efterbehandling:

- Hvad viser resultaterne?
- Hvis der blev observeret forskellige nedsivningstider, hvad kan dette så skyldes?
- Kan alle resultater forklares ud fra partikelstørrelsen, eller skyldes de fejlkilder ved forsøget?
- Metodiske overvejelser - hvordan kan forsøget optimeres?
- Hvordan kunne forsøget tilpasses/udvides til også at bestemme markkapaciteten?
- Følgende Danmarks-kort viser årsnedbøren i Danmark og hvor meget vand, der bruges på markvanding. Det ses, at der kommer meget nedbør i Vestjylland, men alligevel er det her, der bruges de største mængder vand til vanding af markerne. Brug det tredje kort (figur 5), der viser underjordens sammensætning, til at forklare hvad dette kan skyldes.

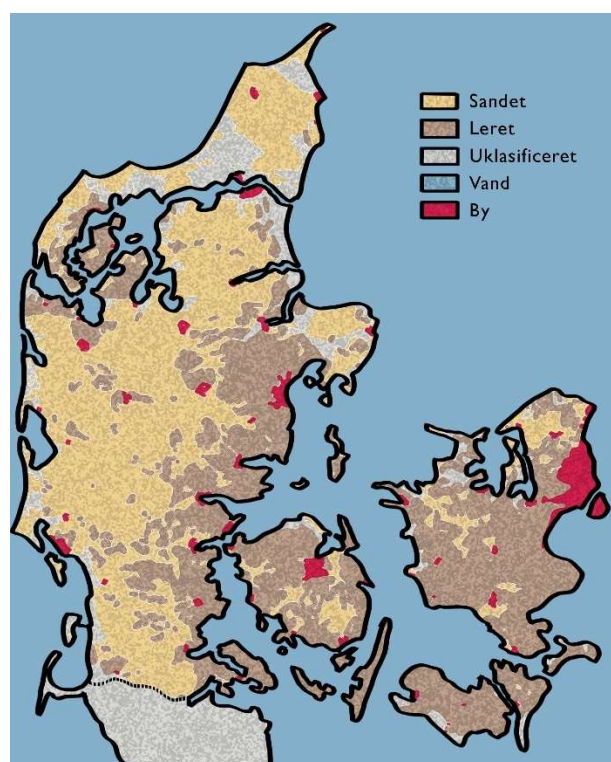


Figur 3: Det er helt normalt, at den vestlige og centrale del af Jylland får mere nedbør end resten af landet. (Foto: DMI © DMI Grafik)³

³ <https://www.dr.dk/nyheder/vejret/vaadere-end-normalt-overblik-over-de-fem-vaadeste-steder-i-danmark>



Figur 4: Oversigt over den totale markvanding i perioden 1989-2014⁴



Figur 5: Leret og sandet underjord i Danmark⁵

⁴ <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=25501>

⁵ Illustration: Oliver Streich

Geo & Bio Science Center Syd er et samarbejde mellem

- Faaborg Gymnasium
- Biologisk Institut, SDU
- Brobyskolerne, afdeling Pontoppidan

Desuden medvirker

- Øhavsmuseet, Faaborg
- Naturama samt Fjord & Bælt
- Trente Mølle
- Bikuben Fonden

Projektet støttes økonomisk af Region Syddanmark og en del af udstyret sponsoreres af Frederiksen Scientific

