



Forskningsbaseret feltarbejde

-Kompendium 1:

Jordbundsøkologi

Lavet i 2013 af:

Jakob Bach Andersen-HTX Fredericia



Intro

I 2009 udkom bogen *Naturen og klimaændringerne i Nordøstgrønland*, som var en tiltrængt nationalt/lokalt forankret forskningsbaseret undervisningsbog i Grønland. Det eneste denne bog ikke kom med var eksempler på vejledninger som kunne bruges i tilknytning til dens kapitler. Denne manglende del til min/vores undervisning har givet anledning til denne samling af kompendier, som knytter sig direkte til følgende 3 bøger.

- Naturen og klimaændringer i Nordøstgrønland
- Grønlands Økologi
- Grønlands Geologiske udvikling

Kompendierne er blevet lavet i forbindelse med et projektforsløb i fagene geologi, biologi og kemi, men kan sagtens bruges i andre sammenhæng. Det er lavet til et teknik niveau-A hold, men dele af materialet kan sagtens bruges på niveau B – dog forudsætter en noget af materialet en del grundlæggende viden inden for økologi.

Ideen bag projektet er at lave vidensdeling mellem gymnasieklasser og kunne sammenligne/undersøge flere forskellige områder på en gang igennem forskningsbaseret arbejde fra elevernes side. Vi kalder det forskningsbaseret undervisning, fordi der SKAL ligges op til, at eleverne arbejder med nutidige og relevante forskningsemner, holder deres data op mod referenceværdier fra forskernes arbejde og videns deler / formidler deres resultater til andre.

Vi håber det kan inspirere til nye projektforsløb og give eleverne mulighed for, at komme ud af klasseværelset og lege forsker i naturen. Meget gerne i parallelforsløb med andre gymnasieklasser fra andre byer/lande.

Der er lavet 4 kompendier i dette projektforsløb: "*Forskningsbaseret feltarbejde i Jordbundsøkologi*", "*Forskningsbaseret feltarbejde i Geologi*", "*Forskningsbaseret feltarbejde i botanik*" og "*Forskningsbaseret feltarbejde i Ferskvandsbiologi*". Kompendierne kan bruges samlet, hver for sig eller som mange små vejledninger/øvelser i feltarbejde. Hver kompendium består af:

- Introduktion til underviseren
- Teoriafsnit med links/QR-koder til relevante film og artikler
- Elevvejledninger

I forbindelse med udgivelsen af dette materiale vil vi gerne takke Grønlands Selvstyre for støtte til udviklingen af materialet både økonomisk og konsulentbistand igennem Kasper Busk.

Materialet er udarbejdet af:

Geologi - Søren Nielsen fra Htx/GU Sisimiut/GL

Botanik - Sine Madsen fra Htx/GU Sisimiut/GL

Ferskvandsøkologi – Kit Nielsen fra Htx Fredericia

Jordbundsøkologi – Jakob Bach Andersen fra Htx Fredericia (Projektansvarlig- jmb@eucl.dk)

Indhold

Kompendium 1: Jordbundsøkologi

Vejledning 1 – Jordbunden set fra et biologisk perspektiv – Kulstof	s.1-20
Vejledning til underviseren	s.2
Vejledning til elever	s.6
Vejledning 2 – Jordbunden set fra et biologisk perspektiv – Permafrost	s.21-40
Vejledning til underviseren	s.22
Vejledning til elever	s.25

Jordbunden set fra et biologisk perspektiv.

Er jordbunden i dit nærmiljø et depot af drivhusgasser?

Formål

At undersøge jordbundens indhold af kulstof, samt teoretisk forstå hvilken betydning kulstof indholdet i jorden kan have på det lokale og globale miljø.

At kunne opsætte eksperimenter til besvarelse af en opstillet problemformulering og hypotese.

At kunne anvende matematikken til modellering og behandling af sine resultater.



Dansk udgave

<http://vimeo.com/groups/swipa/videos/45953589>



Grønlandsk udgave

<http://vimeo.com/groups/swipa/videos/49663764>

Til underviseren

Denne opgave bør forløbe over ca. 10 lektioner fordelt over minimum 3 dage, med 3 delementer: En teori, felt og laboratoriedel. Den kan løses på 2 dage, hvis læreren på forhånd har opgravet en jordprofil, og lagt denne til tørring. For så kan jordprofilen glødes på første dagen!



Billede af sedimentering fra Kangerlussuaq af Jakob Bach Andersen

Tabel 1: Eksempel på opdeling af lektioner

Dag/lektioner	Tema	Hvad
1/1	Teori	Intro til temaet, gruppe inddeling osv.
1/2-4	Feltarbejde	Indsamling af udstyr, udtagning af prøver og tørring af prøver.
2/5-6	Laboratoriarbejde	Glødning af jordprøver/ test for organisk indhold
3/7-10	Laboratoriarbejde og databehandling	Afslutning af test for organisk indhold, samt matematisk databehandling af resultaterne

Her udover ligger der 3 elev timer, som hjemmearbejde, hvor gruppen laver en planche, som hænges op i klassen/på skolen.

Inden forløbet sættes i gang, er det en forudsætning at eleverne er introduceret til alm. laboratoriarbejde og kender til den grundlæggende teori bag drivhusgasser og global opvarmning. Eleverne kunne evt. i dansk, engelske eller samfundsfag have set filmen *En ubekvem sandhed* (*An Inconvenient Truth*), som er en amerikansk dokumentarfilm fra 2006 af Davis Guggenheim. Der er fint UV materiale her: http://www.dfi.dk/Boern_og_unge/Undervisning/Film-i-skolen/Undervisningsmaterialer/Materialer-til-spillefilm/En-ubekvem-sandhed.aspx.

Inden denne film vises bør læreren læse denne artikel:
<http://ing.dk/artikel/dommer-ni-ubekvemme-fejl-i-gore-film-82313>

Link til små animationer om drivhuseffekten:

http://www.youtube.com/watch?v=YBvFle_2W6Y

<http://www.youtube.com/watch?v=NPXVKb-k2nU>

Eller brug denne QR kode til eleverne:



Teoridelen - 1 lektioner.

I denne del er der lagt op til at eleverne under forløbet, bruger bogen "Naturen og Klimaændringer i Nordøstgrønland"¹ af Mads C Forchhammer, artikel 1 og 2² samt ser filmen "Et miljø under forandring". Filmen findes i en dansk og grønlandsk version, og på vejledningens forside findes QR-koderne, så eleverne kan scanne dem på deres mobiltelefoner! Forløbet kan også forløbe uden brug af bogen "Naturen og Klimaændringer i Nordøstgrønland", alt information kan findes i denne vejledning og de 2 hoved artikler!



Der er lagt op til at eleverne hjemme læser vejledningens teoriafsnit, skimmer de enkelte øvelsers fremgangsmåde, og som opstart på temaet ser intro filmen "Et miljø under forandring" i undervisningen.

Artikel 1, 2 og bogen "Naturen og Klimaændringer i Nordøstgrønland" kap. 4 s. 44-48 og kap. 5 s.58-60, skal tænkes som opslagsværker for at kunne diskutere resultaterne.

Feltdelen - 3 lektioner.



Eleverne skal grave en jordprofil på 1 meters dybde eller ned til permafrosten! Her skal de udtage jordprøver fra top til bund med intervaller på 10cm.

Her er det vigtig, at der udvælges et godt område, som er rimeligt ensartet og som repræsenterer en ofte forekommende jord og vegetationstype i jeres nærmiljø.



Du skal hurtig i gang med denne del, da den er en tidssluger.

FOTO: Jordprofiler i Fredericia af Jakob Bach Andersen

¹ kap. 4 s. 44-48 og kap. 5 s.58-60

² Der er link i litteraturlisten til disse 2 artikler

Laboratoriedelen og databehandling - 6 lektioner.

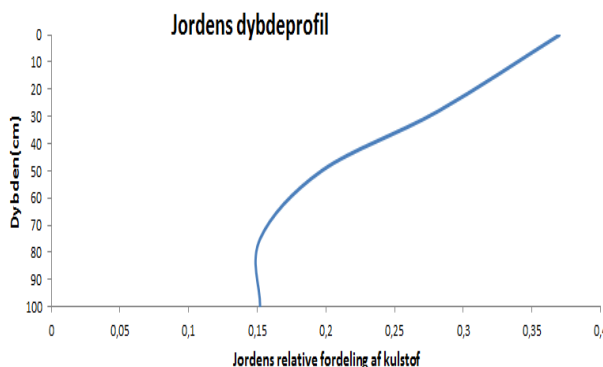
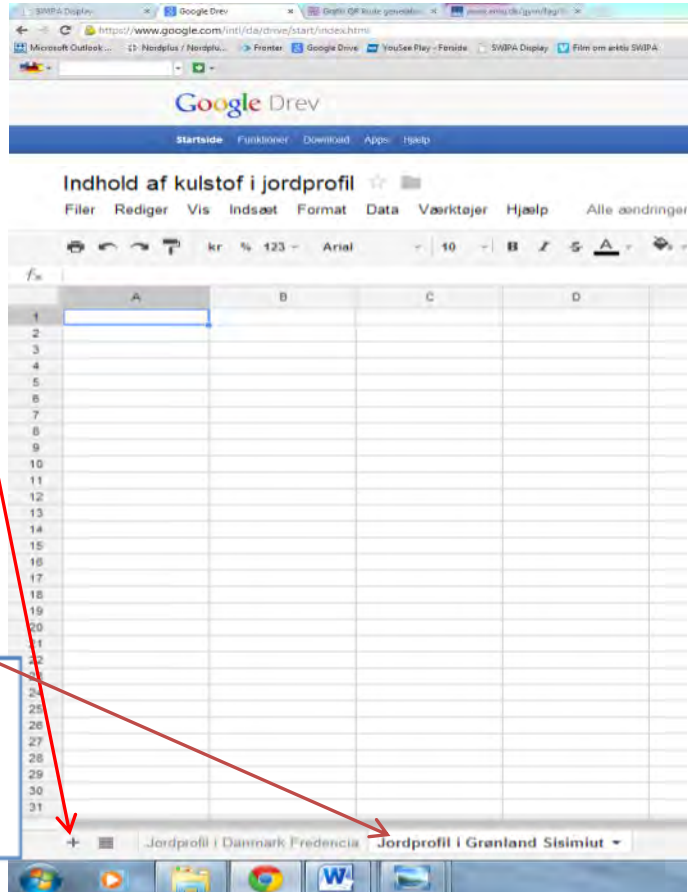
Her skal eleverne finde den udgravet jordbundsprofils kulstofindhold. Dette gør de med udgangspunkt i laboratorieøvelse 1 eller 2. Hvilken metode der benyttes er bestemt af skolens udstyr og tid! Det anbefales at bruge øvelse 2 med en muffel/gløde ovn! Denne kan så brande prøverne, mens eleverne har fri, så de er klar til dagen efter.

Hvorledes analyserne organiseres vil afhænge af elevantal og udstyr til rådighed.

Når eleverne er færdige med deres analyser, skal de indtaste de fundne kulstof resultater i et regne ark på Google drev. Det er derfor vigtigt, at du som lærer allerede har oprettet en fane til dem, med navn på den lokalitet der arbejdes ved. Du skal kopiere den side der allerede er lavet og sætte den ind i et nyt ark/fane, og omdøbe denne fane. Det er vigtigt at du/I ikke sletter nogen data, da disse skal bruges til vidensdeling og sammenligning.

Link til regne ark i Google drev:

<https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0Arz9ccEymN2wdFIPZ00wMFN6ZVlrUzJlcZlZWnpMNHc&usp=sharing>



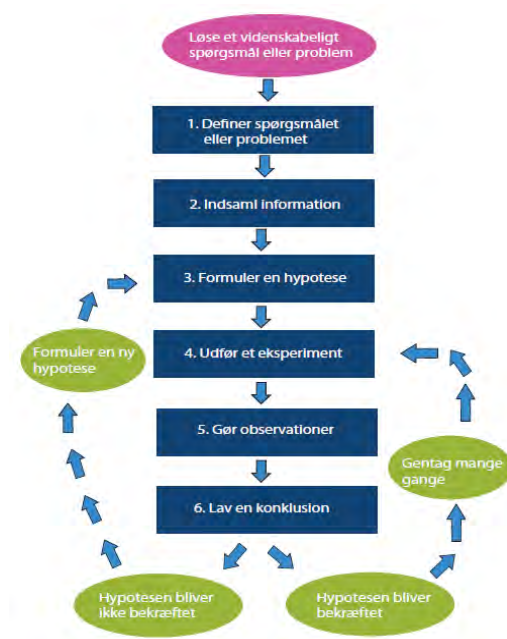
Når eleverne har indtastet deres fundne værdier, skal de lave en profil graf over deres resultater. Til hjælp kan de Down loadere dette Excel regne ark:

<https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0Arz9ccEymN2wdF8xZ28tTINVWEc3ck5QVzZyLXNFeHc&usp=sharing>

Differentiering af øvelsen!

- Lad eleverne klare udregningerne selv – dvs. giv dem ikke adgang til Google drevs regneark!
- Lad eleverne selv lave opsætningen af grafen for jordbundsprofilens relative kulstof indhold.
 - Her kan de både udfordres med statistik og mængden af data de inddrager i databehandlingen – Lad dem lege med hele klassens datasæt, lad dem regne på standard deviation(SD) og 95% confidence interval for de enkelte dybder, og indsæt det på grafen!
- Lad eleverne arbejde med data fra andre steder(se Google drev), og sammenlign deres data med disse!

HUSK at præsentere eleverne for den naturvidenskabelige metode! →



Figur 1: Skitse af den naturvidenskabelige metode fra EMU

http://www.emu.dk/gsk/fag/fys/ckf/fase1/laot/videnskabeligt_arbejde/den_videnskabelige_arbejdsmetode/index.html

Jordbunden set fra et biologisk perspektiv.

Er jordbunden i dit nærmiljø et depot af drivhusgasser?

Formål

At undersøge jordbundens indhold af kulstof, samt teoretisk forstå hvilken betydning kulstof indholdet i jorden kan have på det lokale og globale miljø.

At kunne opsætte eksperimenter til besvarelse af en opstillet problemformulering og hypotese.

At kunne anvende matematikken til modellering og behandling af sine resultater.



Dansk udgave

<http://vimeo.com/groups/swipa/videos/45953589>



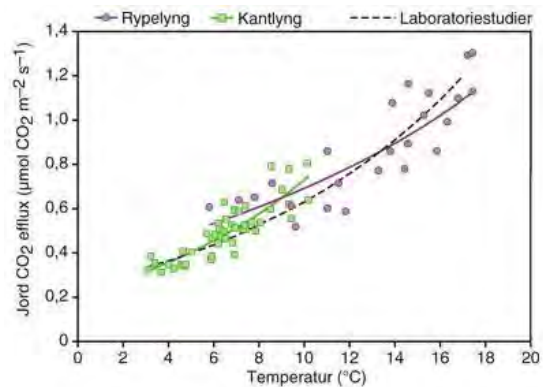
Grønlandsk udgave

<http://vimeo.com/groups/swipa/videos/49663764>

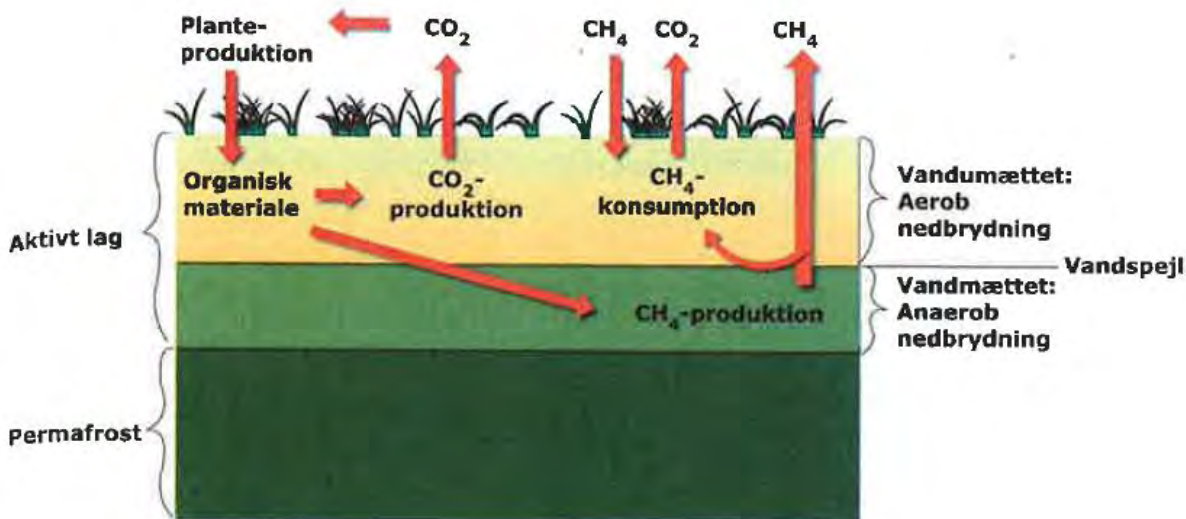
Teoridel

Jordbunden er en kompleksblanding af organiske og uorganiske komponenter, som kan adskilles igennem analyser. Komponenternes fordeling i jorden er dynamiske og vil hele tiden variere over tid. Ved varme perioder vil nedbrydningen af organisk materiale blive accelererede(figur 2), mens nedbrydningen vil aftage under kolde perioder.

Den nedbrydende proces af organisk stof kaldes respiration, og varetages af levende organismer. Processen kan både finde sted i iltrige områder(aerobe omgivelser), og i iltfattige områder(anaerobe områder). Slutproduktet af nedbrydningen er afhængig af om der er ilt tilstede(figur 3)!



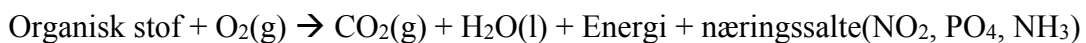
Figur 1:CO₂ frigivelsen fra jorden som funktion af temperaturen ved 3 forskellige vegetationstyper i Grønland.(Forchhammer. M.C.)



Figur 2: Et eksempel på jordens kulstofbalance.(Mebus. J.R.)

RESPIRATION med kuldioxid / CO₂ som slutprodukt(aerob – med ilt):

Levende organismer



RESPIRATION med methan / CH₄ som slutprodukt(anaerob – uden ilt):

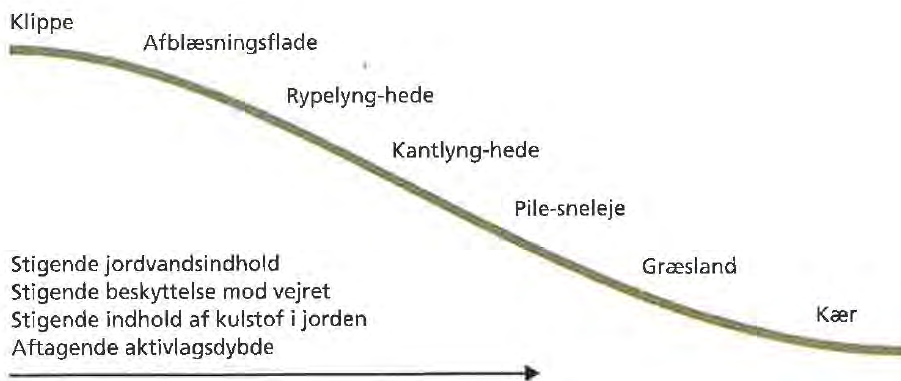
Methan dannende bakterier kan stort set kun bruge acetat eller brint samt kuldioxid som substrat for deres stofskifte(metabolisme), og er derfor afhængige af en lang række nedbrydende(hydrolytiske) og forgærende bakterier, der kan nedbryde komplekse organiske stoffer som f.eks. plantefibre(cellulose) til acetat og brint

Her bruger methanbakterier kuldioxid til at oxidere frit brint og der af dannes energi, vand og methan:



Methan produktionen sker i mere eller mindre naturlige miljøer, hvor der ikke er ilt tilstede. F.eks. på bunden af have, søer og i sumpe, men også i menneskeskabte miljøer som gyllebeholder, gødningslagre, på lossepladser og andre steder, hvor der er ophobet affald(organisk materiale)! Et af de miljøer som forsker kigger meget på i forbindelse med diskussion om global opvarmning og methan udslip er permafrosten i den Arktisk tundra og bjergområder. Den frosne jord indeholder store puljer af organisk stof, som vil blive tilgængelig for nedbryder, hvis jorden tør op. Den frosne jord indeholder typisk islinser¹, så den vil blive overmættet med vand ved optøning, og så vil der opstå et anaerobt miljø.²

Mængden af kulstof der er tilgængelig for nedbryderne, vil også variere fra sted til sted og være bestemt af flere forskellige fysiske forhold. I områder med permafrost vil det organiske materiale være frosset inde og utilgængelig, mens det i optøet og opgravet områder vil være nemt nedbrydeligt. Ligeledes betyder vegetationstypen og dens fysiske placering meget(figur 4 og 5)



Figur 4: Typiske vegetationstyper i Grønland og deres Fysiske forhold.(Forchhammer. M.C.)

Fordeling af kulstof (% SOC) i relation til dybde og arealanvendelse i Danmark						
Dybde (cm)	Landbrug	Nat. Veg.	Skov	Moser	Andet	Total
0-28	57	77	70	53	62	59
28-50	20	13	15	20	20	20
50-75	13	6	9	14	10	12
75-100	10	4	6	13	8	9
C i 0-28 cm i % af total C i 0-28 cm	67	5	18	10	11	100
C i 0-28 cm i % af total C i 0-100 cm	40	3	10	6	11	59

¹ Islinser er frosset vand på undersiden af partikler/sten. Vandet vil naturligt søge mod den front der fryser, da trykket er lavest her.

² Forchhammer, M.C.: s. 49

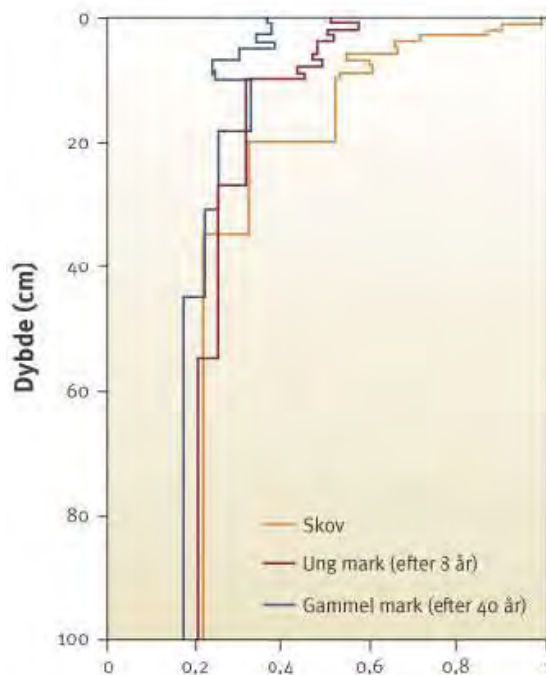
Undersøgelser af jordens organiske dele kan gøres ved at brænde den af, og vil ofte tage udgangspunkt i en kendt volumen i et karakteristisk jordlag. Jordens organiske komponenter er meget forskellige fra sted til sted. I Grønland findes der f.eks. i fugtige kær- og pile områder omkring 15kg kulstof per m² der er 50cm dyb, mens der i områder med rype- og kantlyng, kun findes ca. 7 kg kulstof per m² der er 50cm dyb.³ I Danmark ser det helt anderledes ud og her skal man kun ca. 30 cm ned i jorden for at finde de samme mængder kulstof(figur 6)⁴.

Kulstofpuljer og arealanvendelse i Danmark				
Arealanvendelse	Kulstof (SOC) Tg	% af total	% af areal	Kulstof kg pr. m ²
Landbrug	405	69	79,9	14,0
Naturlig vegetation	21	3	3,8	14,4
Skov	89	15	12,0	16,9
Moser	67	12	2,5	35,6
Andet	4	1	1,8	12,3
Total	586	100	100	14,9

Figur 6: Kulstogpuljen i forskellige arealtyper i Danmark. Kulstof puljen er undersøgt i de øverste 30 cm pr. m²(Geoviden nr. 2, 2006).

Kulstoffet i jorden er koblet til humus⁵, så typisk vil langt den største del af jordens kulstofpulje findes i overfladen(øverste 30 cm)(figur 5-7). Da det også er her, at det organiske materiale nemmest bliver nedbrudt, er der potentielt chance for, at der med den globale opvarmning sker en positiv feedback mekanisme. En øget opvarmning vil øge nedbrydningen af organisk materiale til kuldioxid og methan, som vil forstærke drivhuseffekten!

Som det kan ses i figur 8 og 9 er atmosfærens indhold af methan og kuldioxid stigende!

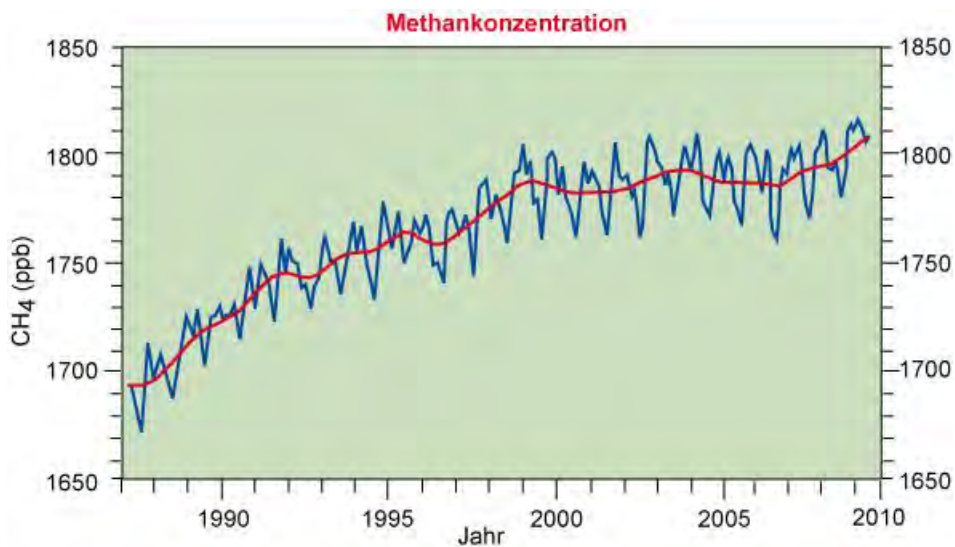


Figur 7: Det meste af jordens kulstof findes i de øverste lag(Geoviden nr. 2, 2006).

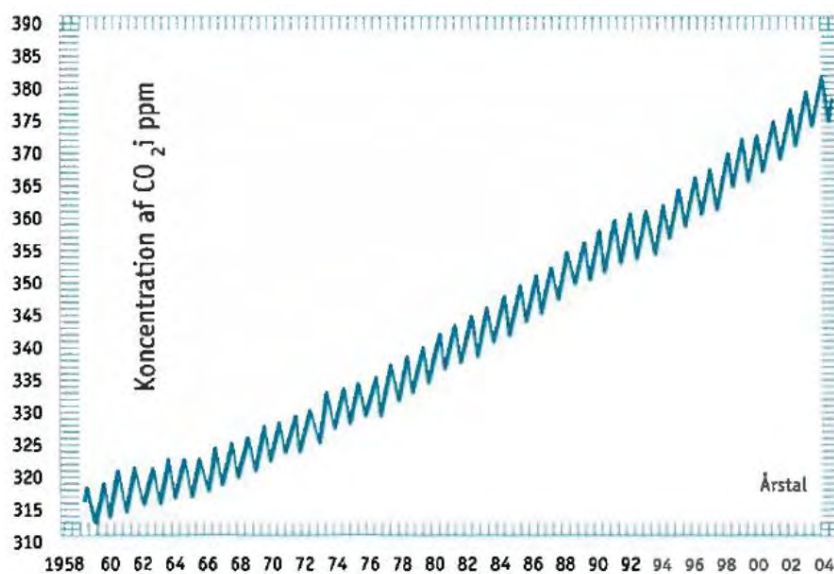
³ Forchhammer. M. C.: s. 48

⁴ Geoviden nr. 2, 2006

⁵ Humus er delvist nedbrudt plantemateriale



Figur 8: Ændringer i atmosfærens metan indhold fra 1987-2009. (Mascarelli, A.L. (2009): A sleeping giant?, Nature Reports, Climate change 3, 46-49)



Figur 9: Udviklingen af kuldioxid indholdet i atmosfæren fra 1958 – 200.4(Fra Isis Globalopvarmning s.46)

Feltarbejde

I skal huske at arbejde efter den naturvidenskabelige metode!

Gør arbejdet repræsentativt for det udvalgte område.

Dokumenter ALT og skriv ned.

Marker prøverne

Efter lærerens anvisninger udvælges et område til udgravning af en jordprofil på 1 meters dybde eller ned til permafrosten/grundfjeldet.

Tag et billede af området og udfyld nedstående skema:

GPS koordinater	Vegetationstype	Vejrtype
Dato	Andre observationer	

1. Der graves en ca. 1 m. dyb jordprofil og der udtages prøver af ca. 50g jord med intervaller af 10 cm.
2. Der skal udtages 50g homogene prøver fra 11 dybder(cm):
 - a. 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90 og 90-100 cm.
 - b. Læg mærke til at der i overfladen udtages prøver med intervaller af 5 cm.
3. Alle prøverne puttes i plastikposer – med tydelige markeringer af prøve nummer!
4. Jordens dybde profil analyseres for indholdet af organisk stof jf. Laboratorieøvelse 1 eller 2.

Laboratoriearbejde

Laboratorieøvelse 1: Måling af organisk stof i jord og sediment

Med udgangspunkt i http://www.emu.dk/gym/fag/bi/ovelser/ekology/114_organiskstofjord.pdf

Under dit analysearbejde er det vigtigt at følge retningslinjerne for naturvidenskabelig metode.

- *Prøverne skal være repræsentative for det undersøgte område*
- *Analyse metoden skal være ensartet og standardiseret*
- *Prøverne skal som minimum dobbeltbestemmes*
- *Prøverne skal behandles med omhu*
- *Vær kritisk overfor dine resultater! Kan det passe, hvad viser andet videnskabeligt arbejde*

Introduktion

Hvis en jord- eller sedimentprøve opvarmes til glødning ved 550°C, vil det organiske stof i prøve forbrændes. Vægttabet ved glødningen er derfor et rimeligt godt mål for prøvens indhold af organisk stof.

Materialer

Jord- eller sedimentprøver, tørret 1 døgn ved 105°C eller 3 døgn ved stuetemperatur

Porcelænsdigler, evt. med låg

Digeltang

Muffelovn; evt. gasbrænder(se lab. øvelse 2)

Ekssikkator

Analysevægt

Blyant til mærkning af digler

Fremgangsmåde

1. Vandet i jord- og sedimentprøverne skal først fjernes ved at opvarme prøverne i varmeskab ved 105°C i et døgn. Eller lad det tørre ved stuetemperatur i 3 døgn – HUSK at sprede det godt ud på aviser!

2. Mærk det nødvendige antal digler. Hvis diglerne er forsynet med numre, noteres numrene i laboratoriejournalen. Ellers mærkes diglerne med blyant med et streghummersystem på den uglacerede kant; streghumrene noteres i tabel 2.

NB! Kun blyantsmærker kan holde til den efterfølgende glødning!

3. De tomme digler glødes ved 550°C i muffelovn. Hvis der benyttes gasbrænder, skal diglen placeres direkte i gasflammen. Brug evt. en trefod uden keramiknet.

4. Efter glødning afkøles diglerne i ekssikkator. Brug en digeltang til at flytte de varme digler.

5. Når diglerne er afkølet, vejes de på en analysevægt. Vægten af de tomme digler indføres i Tabel 2.

6. Kom 10-20 g tørret jord- eller sedimentprøve i hver digel og vej igen på analysevægt. Vægten af digel & tørret prøve indføres i tabel 2.

7. Diglerne prøve glødes ved 550°C ca. 1 time – (2 timer hvis der er meget organisk stof i). Afkøl i ekssikkator.

8. Vej digel + glødet prøve og indfør vejeresultaterne i tabel 2.

Resultatbehandling

Denne udregning skal gøres for alle glødet prøver

a. Beregn tørvægt som

(digel + tørret prøve) - (tom digel)

b. Beregn glødetabet som

(digel + tørret prøve) - (digel & glødet prøve)

c. Beregn prøvens indhold af organisk stof, angivet som % af tørstof, som

$$\text{Organiskstof} = \frac{\text{Glødetabet}}{\text{Tørvægt}} \times 100$$

d. Beregn indholdet af Kulstof i % som⁶

$$\text{Kulstof indhold} = \frac{\text{Organisk stof i \%}}{100} \times 35$$

⁶ Fra utallige kulstofanalyser er tommelfingerreglen, at ca. 35 % af det organiske indhold er kulstof(DMU)!

Laboratorieøvelse 2: Jordens indhold af organisk stof⁷

Teori

Jorden indeholder mineraler, vand, luft og desuden en større eller mindre mængde organisk stof. Det kan bl.a. være planterester, dyr og mikroorganismer. Ved at opvarme jordprøven kraftigt er det muligt at brænde de organiske bestanddele væk, så kun mineralerne er tilbage.

Formål

At bestemme, hvor stor en del af jordens tørstof der udgøres af organisk stof.

Materialer

- Jordprøve
- Digel
- Bunsenbrænder
- Tang til at holde på digelen med
- Vægt
- Stativudstyr

Fremgangsmåde

1. Vej en tørret jordprøve – der skal ikke bruges mere end ca. 20 g
2. Anbring jordprøven i en lille porcelænsdigel, og lad den gløde igennem over en bunsenbrænder. **VIGTIGT:** Forsøget bør udføres i stinkskab! Der glødes i mindst 25 minutter
3. Vej jordprøven igen
4. Beregn det procentvise indhold af organisk stof ved at dividere vægten efter glødning med vægten før glødning og gange med 100



Beregn prøvens indhold af organisk stof, angivet som % af tørstof, som

$$\text{Organiskstof} = \frac{\text{Glødetabet}}{\text{Tørvægt}} \times 100$$

Beregn indholdet af Kulstof i % som

$$\text{Kulstof indhold} = \frac{\text{Organisk stof i \%}}{100} \times 35$$

Alle resultaterne skrives ind i tabel 2 på næste side

⁷ Fra bogen

Analysearbejde

Udregning af kulstofpuljen

Udregnings eksempel på 1m² jord som er 30cm dyb.

Du skal kende det % vise kulstof indhold for de forskellige dybder – se tabel 2!

Eksempel: 0-5 cm = 10%, 5-10 cm = 11%, 10-20cm = 6% og 20-30cm = 7%

Densitet for jorden er i tørret tilstand ca. 0,98g/cm³ – Du kan evt. selv finde et mere præcist tal for din egen jordprøve!

1 g tørret jord vil indeholde:

$$\text{Kulstof indholdet} = \frac{\text{Tørret jord}(g)}{100} \times \% \text{vis kulstof indhold}$$

$$\text{Kulstof indhold i 0 – 5cm} = \frac{1g}{100} \times 10 = 0,1g$$

Dybde i cm	Indhold af kulstof i 1g tørret jord
0-5	0,1g
5-10	0,11g
10-20	0,06g
20-30	0,07g

Kulstof pr. m² i en dybde på 0-5cm

$$1m^2 = 10000cm^2$$

Jordens dybde er 5 cm dvs. at der samlet er 5 cm x 10000 cm² = 50.000 cm³ jord

Der er 0,1 g kulstof / g jord med densitet 0,98 g/cm³

Mængden af kulstof i den samlede jord er så:

$$0,98 \text{ g/cm}^3 \times 50.000 \text{ cm}^3 = 49.000 \text{ g jord}$$

$$0,1g \text{ kulstof/g jord} \times 49.000 \text{ g jord} = 4900 \text{ g kulstof} = 4,9kg \text{ kulstof}$$

Det samme kan nu gøres for de andre dybder, og til sidst lægges det hele sammen.

$$\text{Samlet kulstofpulje} = 4,9 \text{ kg} + 5,39 \text{ kg} + 5,88 \text{ kg} + 6,86 \text{ kg} = \underline{\underline{23,03 \text{ kg pr. m}^2 \text{ der er 30 cm dyb.}}}$$

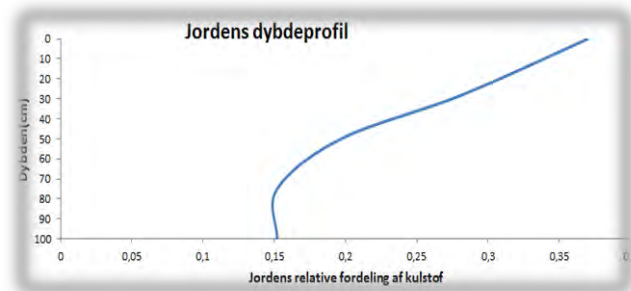
Dette resultat tyder på at det er et mose område, der er analyseret (se figur 6).

Graf over jordbundsprofilens relative kulstof indhold

Her kan i bruge det regne eksempel, der ligger på Google drevet! I skal Down loade regnearket og udfylde det med jeres egne data!

Link til regneark for jordbundsprofil

<https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0Arz9ccEymN2wdF8xZ28tTINVWEc3ck5QVzZyLXNFeHc&usp=sharing>



Struktur for poster præsentationen

Formål

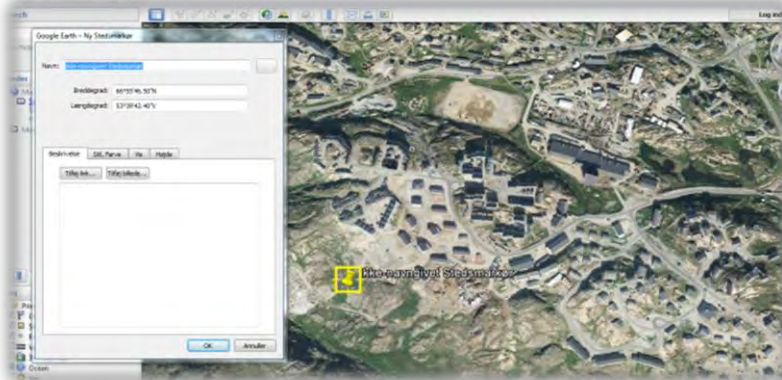
- Hvad er dit formål med denne undersøgelse?
- Hvad forventer du at finde(hypotesen)?

Indledning

- Kort baggrundsteori med fokus på jordbunden
- Herunder billede dokumentation fra undersøgelsesområdet
 - o Google Earth kan anbefales her sammen med dine egne billeder og data!



Figur 10: Eksempel på poster fra <http://www.it.uu.se/edu/course/homepage/projektTDB/vt07/Presentationer/Projekt2/Poster>



o

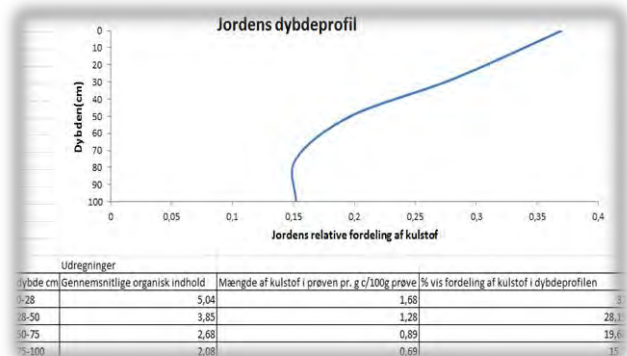
Resultater

- Præsenter dine resultater i tabeller og grafer – husk figurnumre og figurtekst.
- HUSK, at I, ud fra jeres tabeller og grafer, skal kunne svare på øvelsens formål samt spørgsmålene i diskussion.
- Lav tabel over dybdeprofilens kulstof indhold.
- Lav graf over dybdeprofilens kulstof indhold i % af den samlede sum (se fig. 2 og 3).
 - o Til dette kan I downloade og benytte dette regneark fra Google drev:

Link til regneark for jordbundsprofil

<https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0Arz9ccEymN2wdF8xZ28tTINVWEc3ck5QVzZyLXNFeHc&usp=sharing>

Når I har down loaded dette regneark, kan I indtaste jeres værdier og vende y-aksen om, så den går fra 100 – 0cm som på figuren her.



Når I har regnet alt ud skal du dele dine resultater med ALLE andre!

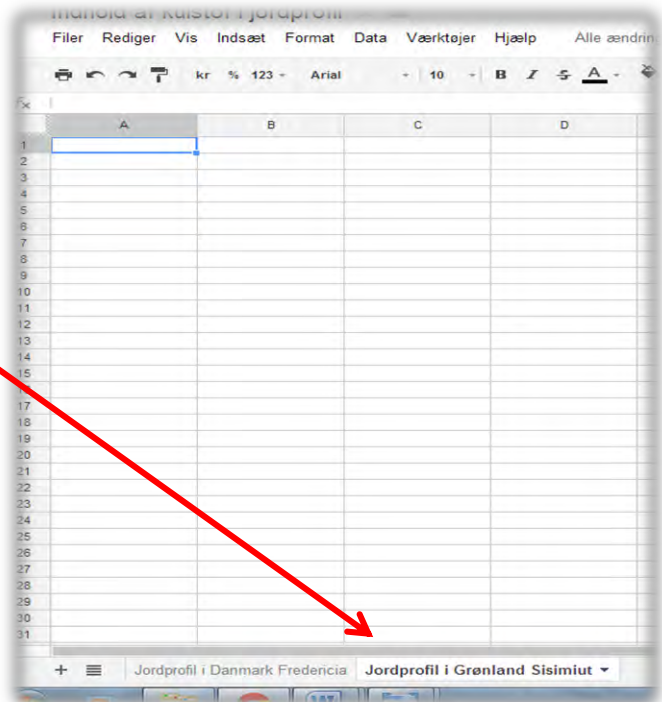
- Gå ind på dette link:



Link til regne ark i Google drev:

<https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0Arz9ccEymN2wdFIPZ00wMFN6ZVlrUzJIczIzWnpMNHc&usp=sharing>

Find din lokalitet(land og by) i en fane(din lærer skal oprette den). Indtast jeres resultater for indholdet af organisk stof i jeres jordbundsprofil – HUSK GPS koordinater, dato og beskrivelse af vegetationstype for undersøgelsesområdet.



I dette regne ark har du også mulighed for, at sammenligne dine resultater med andre fund! Kan dine resultater passe?

I jeres poster skal I komme ind på følgende spørgsmål med henvisning til de opnåede resultater.

- Hvordan er jordens dybdeprofil af kulstof indhold? Er der forskel på kulstof indhold ned i dybdeprofilen? Passer dette overens med teorien? (Se vejledningens figur 5 - 7, artikel 1 og 2 + ”Naturen og klimaændringer i Nordøstgrønland” s. 48 og 58) Hvorfor ser resultaterne sådan ud?
- Hvor stor er kulstof puljen i 1 m² jord, hvis den er henholdsvis 30 og 50cm. dyb. Passer dette overens med teorien? (Se vejledningens figur 6, artikel 2 og bogen ”Naturen og klimaændringer i Nordøstgrønland” s. 48 og 58)
- Hvilken lokal og global betydning kan dette kulstof indhold få?(se introfilmen igen)

Konklusion

Hvad er jeres samlet vurdering af diskussionen, og hvad er jeres svar på formålet med øvelsen – Bekræfter dette jeres hypotese?

Litteraturliste

ARTIKEL 1

Grønlandsk jord!

Artiklen er en del af en større samling materiale om klima i Arktis og kan findes på:

<http://www.emu.dk/modul/er-jorden-i-arktis-en-tikkende-bombe-af-drivhusgasser9#cookieaccepted>

Eller hele mappen her: <http://www.emu.dk/modul/klimaforandringer-i-arktis>

ARTIKEL 2

Dansk jord!

Geoviden nr. 2, 2006, Artiklen er en del af Klimaproblematikken og kulstofkredsløbet, en onlineudgave af tidsskriftet Geoviden. <http://www.klimadebat.dk/kulstof-i-dansk-jord-geoviden-nr-2-2006-r16.php>

Andet litteratur

Forchhammer, M.C.: Naturen og klimaændringer i Nordøstgrønland. Århus UNI 2009

Mebus. Jesper, Ruggaard mf. Klimaforandringer i Arktis – Biofag nr.6, 2012

Jensen, B. H.: Global opvarmning. Isis - SYSTIME 2008

Mascarelli, A.L. (2009): A sleeping giant?, Nature Reports, Climate change 3, 46-49.
<http://www.nature.com/climate/2009/0904/pdf/climate.2009.24.pdf>

Permafrostundersøgelse i Grønland

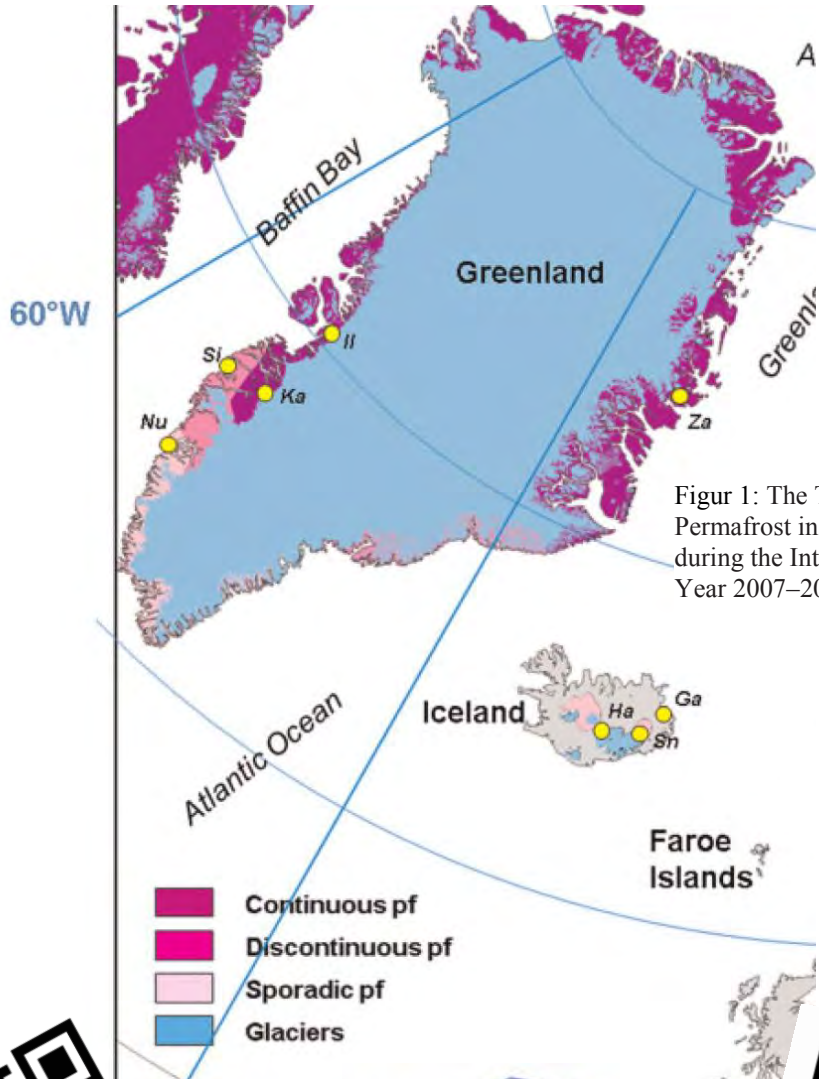


Figure 1: The Thermal State of Permafrost in the Nordic Area during the International Polar Year 2007–2009



Film 1

<http://www.youtube.com/watch?v=2w4UQfJHD-A>



Figure 2: Fra Gundlach



Film 2

<http://www.youtube.com/watch?v=dR-4-kJUxzM>

Til underviseren

Denne feltøvelse skal ses som en forlængelse af øvelsen ”Jordbunden set fra et biologisk perspektiv - Kulstof”. Nu har eleverne arbejdet med kulstofindholdet i jordprofilen, og teoretisk forstået, hvilken betydning jordens temperaturgradient kan have for den biologiske omsætning. Nu skal eleverne arbejde med temperaturgradienten i jordprofilen. Gerne det samme sted som de har målt kulstofindholdet!

Hvis Ikke jeres datalogger er gode til at holde på strømmen, kan det være en god ide at tage en generator med i felten, da undersøgelsen tager tid! Alternativ kan 4 grupper gå sammen om et transekt, måle på hver deres position, og så dele sine data ved hjemkomst.

Formål

Formålet med feltarbejdet er at opsætte et transekt på 4 x 4 m. og måle temperaturen i det aktivlag i intervaller på 10 cm. dybde. Disse data skal så tolkes ifht. den læste teori.

- At få kendskab til permafrost.
- At undersøge temperaturgradienten i en jordprofil(det aktivlag) på en udvalgt lokalitet.
- At forstå konsekvenserne af temperaturstigningerne i jorden og et øget aktivlag.

Det er vigtigt at du har gennemgået brugen af dataloggeren og den sensor I vil bruge! Så start med en gennemgang i plenum, hvor i øver jer i at starte en måling op, gemme den, overføre til USB og lægge den ind i datastudium. Du kan benytte denne simulator med en projektor.

<http://www.pasco.com/support/technical-support/technote/techIDlookup.cfm?TechNoteID=518>

Eks. På gennemgang

Kort gennemgang af apparatet i plenum kunne se sådan ud:

Temperatur log:

1. Sørg for at der er strøm på GLXen (batteri eller kabel).
2. Tænd apparatet (GLXen). (Blå apparat). (Det vises).
3. Sæt temp-sensor i siden. (Det vises hvordan). Tjek at den sidder helt inde.
4. Skærmbillede kommer frem. (Det vises).
5. Der bliver fortalt kort om de forskellige ”knapper” / funktioner).
6. Slavisk gennemgang: Gør følgende:
7. Tryk ”kør”. (Den store trekant).
8. (Der fortælles hvad der sker).
9. Prøv at ændre på temp. (i hånden eksempelvis).
10. Tryk ”autoscale”. (Der fortælles).
11. Tryk ”Stop”. (Den store trekant). Du har nu lavet din første måling, som skal gemmes!
12. Tryk på ”Huset” (Home) Hjem.
13. Gå op i ”Datafiles”.
14. Tryk ”OK”-knappen (Hak i midten af pilene).

15. Tryk F2 "save". (Filen som er untitled, skal nu titles – navngives: du gør ligesom når du skriver en tekstbesked. Brug tastaturet. Tænk over navn.
16. Nu har du gemt din første dataopsamling. Tryk på "Open" F1, gå via "Home" til "Graph" og tryk "OK", så kan du se din datafil med navn (som du har navngivet).

Gem din datafil på en usb-stick:

17. Gå via "Home" til "Data files". Tryk "OK". Brug F4-tasten: Vælg "Copy File" – brug hertil piletasterne.
18. Du kopierer én fil ad gangen. Du kan se i det øverste blanke felt hvor på GLX du befinder dig. Når du har tastet "Copy File" dukker der et "ark" op ved siden af "RAM" (Der vises hvordan). Med piletasterne fører du dokumentet (arket) over til USB2. Sådan gør du med alle dokumenterne. Nu har du gemt din dataopsamling fra GLXen på dit USB-stick.
19. Overfør dine data til computer: Tag din USB og sæt i din computer. Åbn programmet Datastudio og gå ind under "Åbn aktivitet". Benyt "Alle filer". Hent ind i computeren og gem.

Det er en god ide, i forvejen at oprette mapper på dataloggeren til jeres feltundersøgelse, så skal I ikke bruge tid på dette i felten! Lav 4 mapper: P1, P2, P3 og P4.

Prøv dig/jer frem.

God artikel som kan læses som en del af forberedelsen, sammen med vejledningen. Denne artikel kan evt. også være lektier for eleverne, for at sætte en anden vinkel på arbejdet!

<http://ing.dk/artikel/klimaforandringer-underminerer-gronlands-huse-og-veje-87973>

Inden du går i gang med øvelsen, er det vigtigt at du opretter en fane i dette Google drev:

<https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0Arz9ccEymN2wdDNXYms1VVp5YVpkWEtkQUdiYnhRdVE&usp=sharing>

I dette dokument skal du/I vælge nogle repræsentative data ud, og indskrive dem til vidensdeling med andre gymnasier.

Eks. På opbygning af forløbet

Dette er et eksempel på, hvordan denne felt øvelse kunne laves.

Som opstart/lektioner kan eleverne se de film der er linket til via QR koder på elevvejledningens forside, samt læse teori delen af vejledningen.

Dag/Lektioner	Emne	Aktivitet
1 / 2 lek.	Intro til øvelsen og udstyret.	Temperatur måling og kalibrering af udstyr.
2 / 6 lek.	Feltarbejde.	Opsætning af transekt og temperatur logging af aktivlag/jordprofil.
3 / 4 lek.	Databehandling.	Opsætning af grafer og besvarelse af spørgsmål. Udvalgte data skrives ind i Google drev for vidensdeling med andre gymnasier

Google drev dokument til vidensdeling

<https://docs.google.com/spreadsheet/ccc?key=0Arz9ccEymN2wdDNXYms1VVp5YVpkWEtkQUdiYnhRdVE&usp=sharing>

GODE link til videre arbejde

God hjemmeside til basal viden om permafrost, periglacial processer og landformer

<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10ag.html>

<http://ipa.arcticportal.org/>

Link til programmet datastudio I kan sagtens bruge den gratis version der hedder Lite!

http://www.frederiksen.eu/da/inspiration/dataopsamling/datastudio/download_og_installation/

Vejledning til datastudium

http://cpu.hedskole.dk/Faelles/Manualer/startmanual_datastudio.pdf

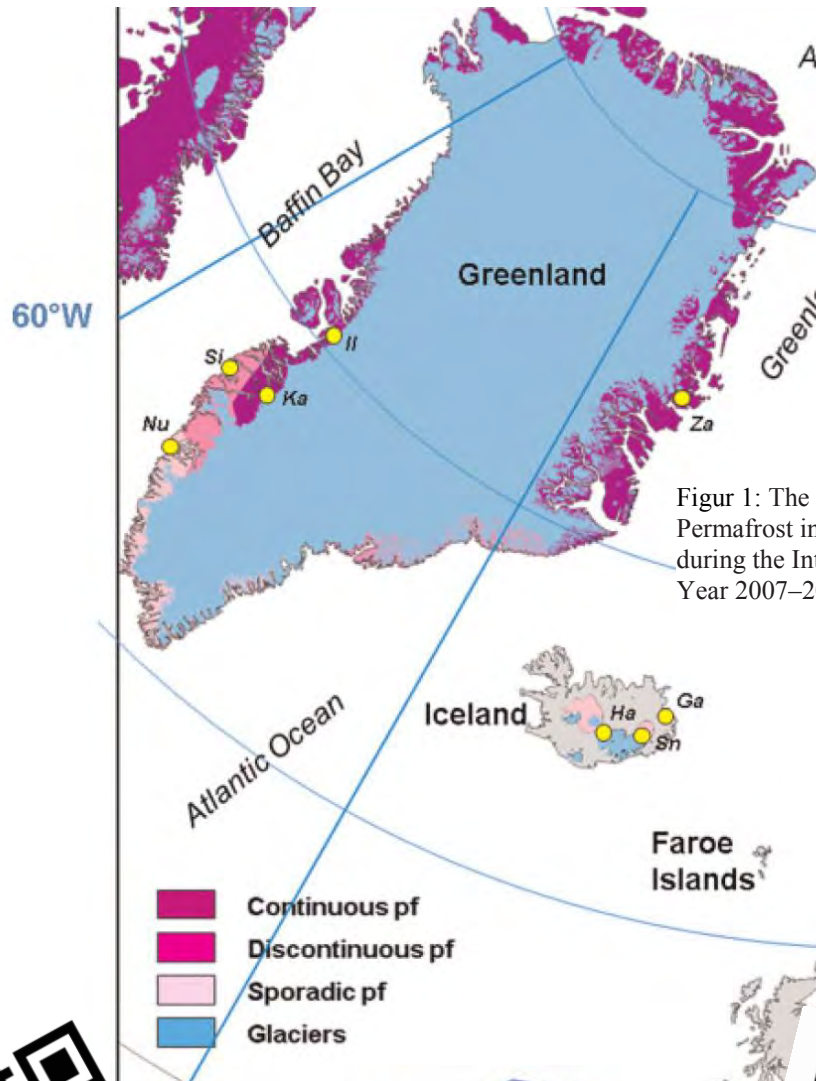
Dansk oversigt over funktioner på GLX

http://www.frederiksen.eu/uploads/tx_tcshop/media/GLX_Dataopsamling_dansk_dlis.pdf

Link til hæfte om klimaforskning med datalogger fra pasport

http://www.frederiksen.eu/da/inspiration/eksperimenter/tema_tvaerfagligt/

Permafrostundersøgelse i Grønland



Film 1

<http://www.youtube.com/watch?v=2w4UQfJHD-A>



Figur 2: Fra Gundlach



Film 2

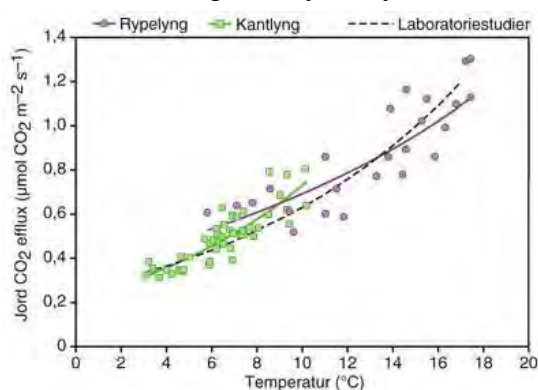
<http://www.youtube.com/watch?v=dR-4-kJUxzM>

Formål

- At få kendskab til permafrost.
- At undersøge temperaturgradienten i en jordprofil (det aktive lag) på en udvalgt lokalitet.
- At forstå konsekvenserne af temperaturstigningerne i jorden og et øget aktivlag.

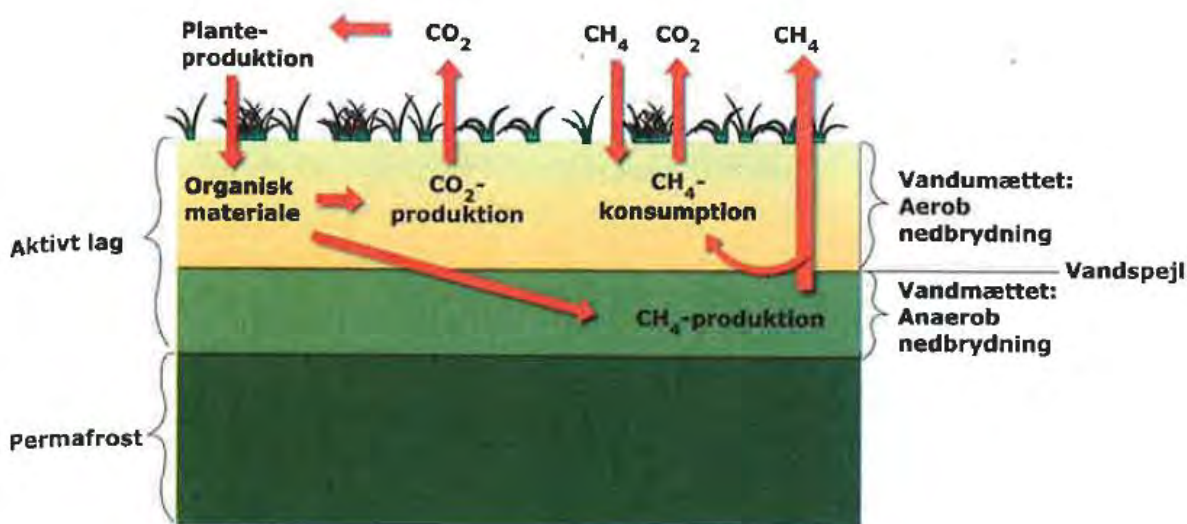
Teoridel

Områder med permafrost har et lag i jorden, som er under 0°C året rundt. Det betyder i praksis, at hvis der er vand til stede i jorden er det som is. Permafrost er normal, hvor årsmiddeltemperaturen er under minus 2°C - det vil sige på høje breddegrader og i alpine områder. I den koldeste del af Sibirien rækker permafrosten helt ned i ca. 1.500 meters dybde. Mange områder med permafrost har et såkaldt aktivt lag, der tør op om sommeren. Vand fra det aktive lag har svært ved at slippe væk på grund af frosten længere nede. Det betyder, at det aktive lag nemt bliver overmættet med vand og kan ende som en pakke tyndtflydende mudder.¹



Permafrost er en vigtig faktor, når forskerne simulerer fremtidens klima, fordi den frosne jord holder på store mængder af drivhusgasserne CO₂ og CH₄ (methan). Hvis betydelige områder med permafrost tør op, og frigiver deres opsparede drivhusgasser, udløser det en meget kraftig tilbagekobling, fordi CO₂ og CH₄ får temperaturen til at stige yderligere.

den som funktion af
vegetationstyper i Grønland.

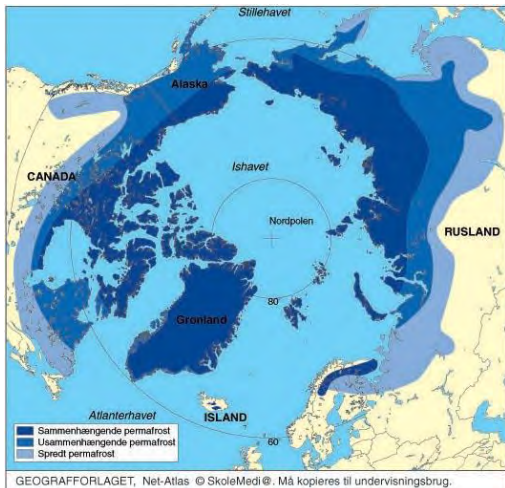


Figur 4: Et eksempel på jordens kulstofbalance (Mebus, J.R.).

¹ Grønlands Økologi s.215-216

Dermed er der risiko for, at endnu mere permafrost tør op og der kan frigives endnu mere drivhusgas. Mekanismen er et eksempel på en såkaldt positiv tilbagekobling eller feedback.²

Der findes tre hovedtyper af permafrost, som er defineret ud fra hvor meget permafrost, der befinder sig i et givent stort område.



Sporadisk permafrost

Sporadisk permafrost findes i områder som egentligt er for varme til at have permafrost. Men lokale forhold gør at der alligevel findes isolerede områder med permafrost. Typisk er dette i moseområder. Områderne hvor vi finder den sporadiske permafrosten har en jordtemperatur fra -2 til 0 grader celsius.³

Diskontinuerlig permafrost (Hvilket er den vi finder ved Sisimiut i Grønland)

Diskontinuerlig permafrost er områder med meget permafrost, men som er afbrudt af områder hvor der ingen permafrost er. Områderne med diskontinuerlig permafrost har en typisk jordtemperatur mellem -2 og -6 grader celsius. Permafrosten ved Sisimiut når nogle steder ned i 20m's dybde, hvor så den møder grundfjeldet.⁴

Kontinuerlig permafrost

Kontinuerlig permafrost er store områder hvor der findes sammenhængende permafrost. De tykkeste forekomster af permafrost finder vi i Siribirien. Årsagen til at permafrosten ikke kommer længere ned i jorden, er pga. den geotermiske opvarmning, hvor varmen fra jordens indre varmer jorden op i de dybere lag. Jordtemperaturen for områder som har kontinuerlig permafrost er typisk lavere end -6 grader celsius.⁵

Udbredelsen af permafrost er kun kendt i grove træk, og det menes at ca. 24% af det isfri landarealet på den nordlige halvkugle har permafrost, men det kun er ca. 1% på den sydlige halvkugle.⁶

² Christensen P

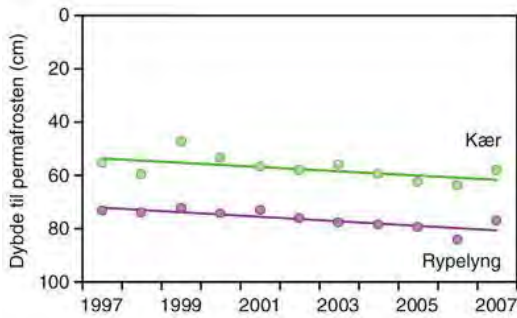
³ Meteorologisk institutt

⁴ Meteorologisk institutt

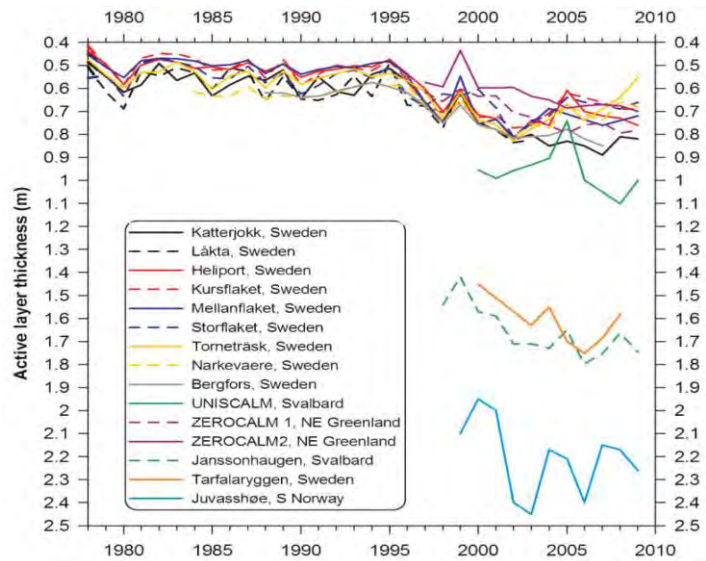
⁵ Meteorologisk institutt

⁶ Permafrost s.242

Permafrost er ofte dannet af klima og geologiske forhold for mange år siden, og er, med den nuværende klima situation, mange steder begyndt at tø, hvilket betyder, at det aktive lag bliver dybere og dybere.^{7,8} Temperaturforholdene i det aktive lag variere meget med årstiden og er primært bestemt af lufttemperaturen. Længere nede i jorden variere temperaturen ikke særligt meget gennem året, og her er det primært varmestrømmen fra jordens indre, der er bestemmende for temperaturen. Figur 6 og 7 viser hvordan dybden af det aktivelag har ændret sig siden 80'erne.^{8,9}



Figur 6: Ændringer i det aktive lag i Nordøstgrønland ved Zackenberg.⁹



Figur 7: Dybden på det aktivelag stiger alle steder på den nordlige halvkugle.⁸

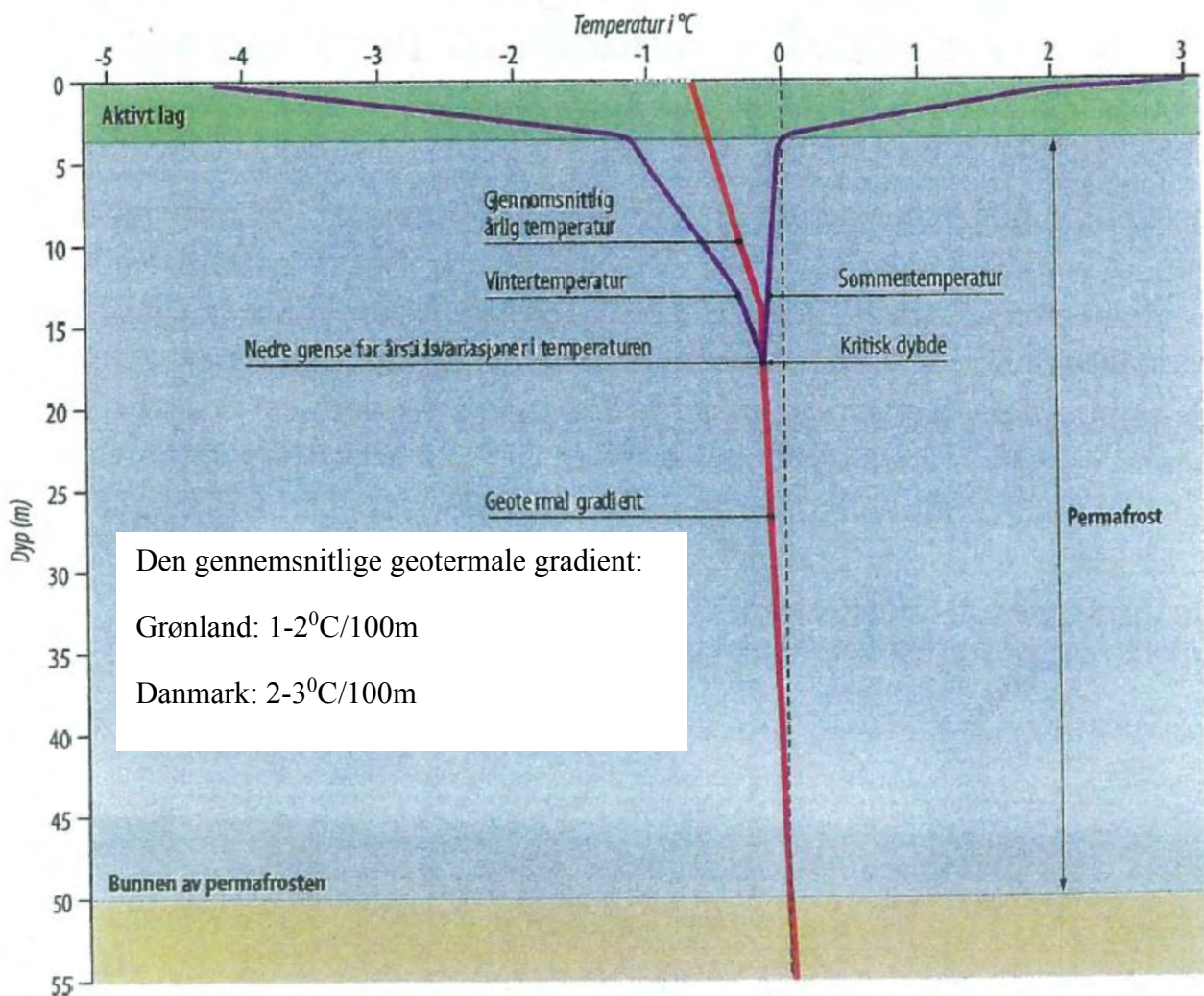
Link til database med metadata over borehuller i hele Verden:

http://www.gtnp.org/metadata/index_e.html

⁷ Naturen og klimaændringerne i Nordøstgrønland s 52

⁸ The Thermal State of Permafrost in the Nordic Area during the International Polar Year 2007–2009

⁹ Naturen og klimaændringerne i Nordøstgrønland s 52



Figur 8: Temperaturforholdene i permafrost - sommer, vinter og årgennemsnit¹⁰

Under den kritiske dybde stiger temperaturen gradvis med dybden, og den geotermale gradient er typisk på 1 – 3⁰C pr. 100 m. Dog kan den være meget større, hvis der er vulkansk aktivitet i undergrunden. I Norge ligger den typisk på 1,5⁰C pr. 100m. Hvis man både kender den geotermale gradient og den kritiske dybde i et område, kan man regne den teoretiske tykkelse ud på permafrosten.¹¹

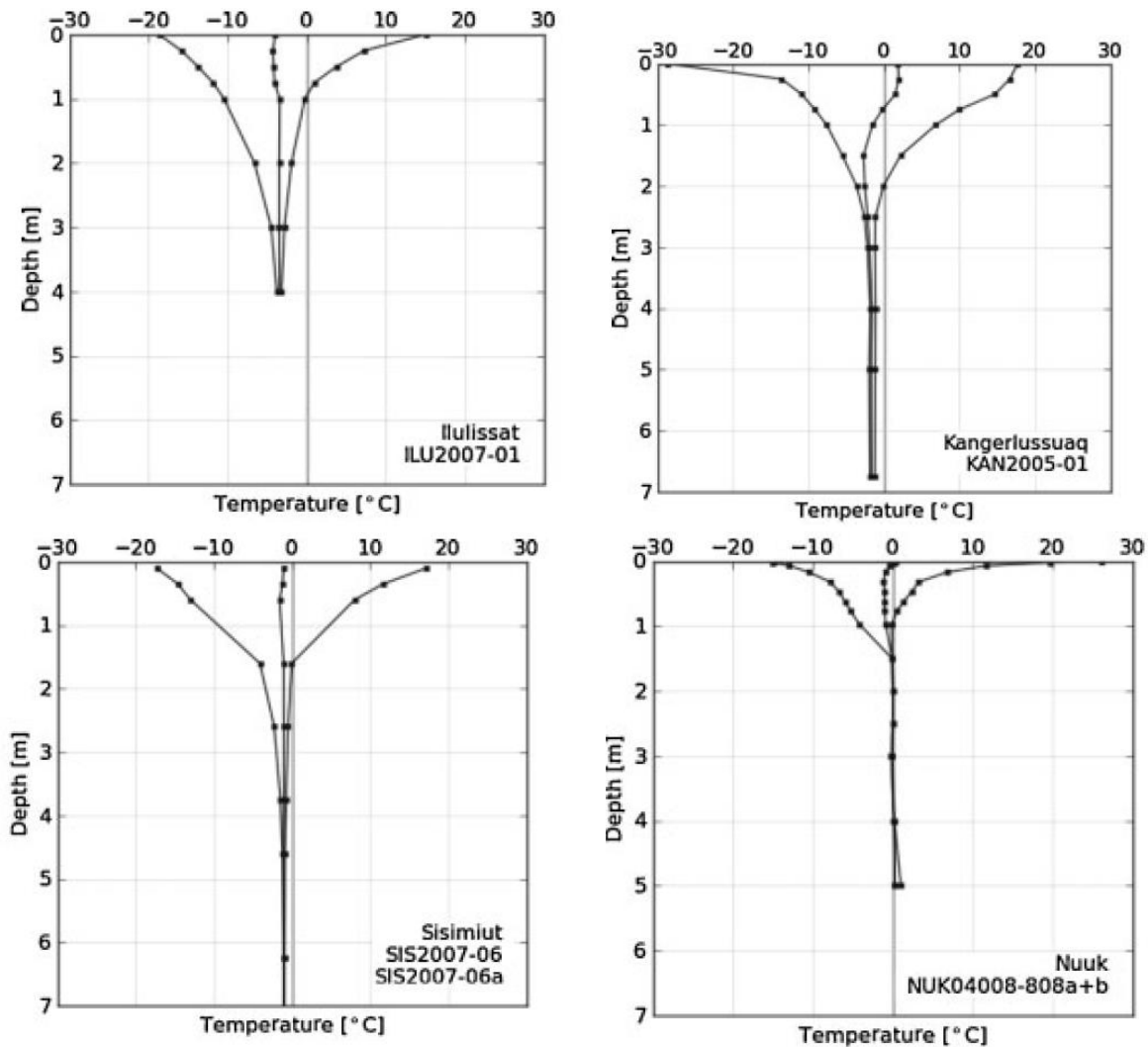
Eks.: Geotermale gradient er 10⁰C pr. 100m. og temperaturen i den kritiske dybde er – 5⁰C.

Så vil temperaturen i jorden være 0⁰C 500 meter under den kritiske dybde, og det må antages at permafrosten må være ca. 500 meter tyk

¹⁰ Permafrost s.245

¹¹ Permafrost s.245

Herunder ses forskellige data fra permafrost undersøgelser i Grønland: Alle data er fra artiklen *The Thermal State of Permafrost in the Nordic Area during the International Polar Year 2007–2009* – de enkelte borehullers placering kan ses på forsiden – figur 1 eller findes på dette site - http://www.gtnp.org/metadata/greenland/index_e.html.



Figur 9: Temperaturmålinger af forskellige borehuller i Grønland.

Her er to link til databaser med resultater fra borehuller i Norge:

http://www.ngu.no/kart/permafrost_svalbard/?lang=English

eller

<http://www.ngu.no/kart/permafrost/?lang=English>

Feltarbejde med datalogger

Permafrostundersøgelse

I skal nu undersøge temperaturgradienten i det aktive lag.

Formålet

Formålet med feltarbejdet er at opsætte et transekt på 4 x 4m. og måle temperaturen i det aktivlag i intervaller på 10 cm. dybde.

Fremgangsmåde

Først kalibreres udstyret – se ”Klargøring af udstyr inden felten”.

Herefter tager vi i felten og indsamler data fra et transekt på 4x4m – se ”Metode”.

I felten skal du finde en egnet lokalitet og dokumenter stedet – tag billeder, GPS koordinater, højde over havet, dato, vejrforhold, vegetationstype og jordbundsforhold.

Udstyr til datalogging

En computer med datastudio installeret¹²

Xplorer GLX eller ligende datalogger

Stopur

Vandfast tape/gaffa tape

Målebånd

4 pløkker/pinde/sten

2 elestikker

1 skål med isvand

1-1,5 m jordspyd til at lave hulle med på ca. 1m.

1,5 m tynd pind(bambus) – der er tyndere end dit jordspyd!

1 hurtig respons temperatur probe(lang hvid ledning med knop i enden)

Gerne ekstra batteri



Figur 10: Fra hæftet "Data opsamling i Biologi med pasport"








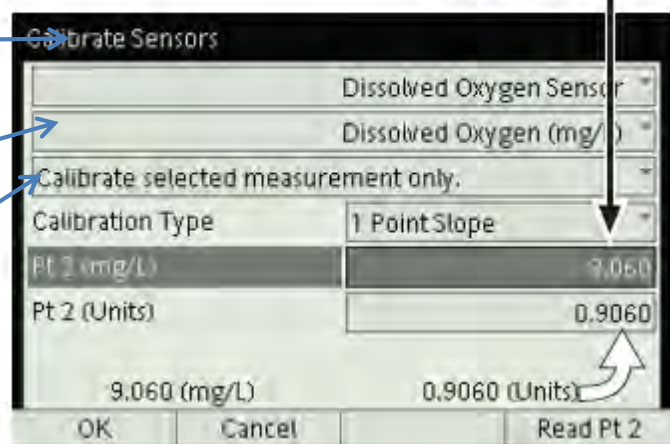
Figur 11: Undersøgelse af aktivlag på Svalbard af Jakob Bach

¹² Databehandlingsprogrammet er gratis og kan hentes på nettet(se link samling). Det er fint at bruge den version der hedder "Lite"!

Klargøring af udstyr inden felten.

Fyld et glas med isterninger og lidt vand minimum 15 minutter før kalibreringen

1. Tænd for din datalogger GLX. 
2. Tilslut din temperaturprobe til Xplorer GLX i port 1 på siden af dataloggeren.
3. Kalibrer din temperaturprobe i isvand, så den måler nøjagtig.¹³
4. Gå ind i hovedmenuen  på GLX.
5. Vælg "sensors"(F4) i hovedmenuen på GLX skærmen 
6. Tryk F4 igen("sensors") og vælg "kalibrer". Du skal flytte med piletasterne og trykke OK 
7. Øverst i skærmen skal du nu vælge den sensor der skal kalibreres. 
8. Herefter skal du vælge enheder for din måling.
9. Så skal du sætte Single/All field til "Calibrate selected measurement only."
10. Fra kalibreringstypen skal sættes til "1 point slope" – hvis dette ikke allerede er gjort!¹⁴
11. Nu kan du placere din temperatursensor i isvandet – som er din kendte standard = 0°C.
12. Nu skal du indtaste din kendte standard værdi i "standard Value field" for Pt 2 – dvs. 0°C.
13. Kig på den nederste linje "Raw Input Measurement" i skærmens højre hjørne(Units). Du skal nu vente til denne værdi bliver stabil.
14. Nu kan du trykke på feltet "Read Pt 2"(F4) for at se den måling din sensor laver nu!
15. Hvis kalibreringen er god, kan du trykke "OK"(F1) for at acceptere/godkende din kalibrering. Hvis ikke du er tilfreds trykker du "cancel"(F2) for at stoppe kalibreringen, og vende tilbage til den gamle kalibrering! Du kan evt. starte forfra med kalibreringen.
16. Nu er du klar til at tage i felten med din kalibrerede datalogger!



Figur 12: Fra Xplore-GLX-manualen s.74

¹³ Du skal bruge den kalibrering der hedder "one-Point slope Calibration Procedure" – s. 76 i den engelske manual - http://www.pasco.com/file_downloads/product_manuals/Xplorer-GLX-Manual-PS-2002.pdf

¹⁴ GLX vil altid give sit bud på den bedste kalibrering af den valgte sensor/probe.

Metode

HUSK: Navngiv alle filer og kørsler. Tag detaljerede og præcise notater. Gem på USBstick.

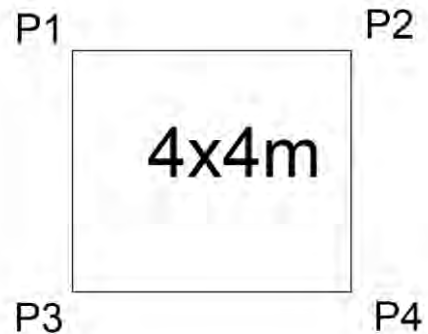
Find et egnet område til jeres undersøgelse(jeres lærer anviser).

Dokumenter området:

Tag et billede af området og udfyld nedstående skema:

GPS koordinater	Vegetationstype	Vejrtype
Dato	Andre observationer/jordtype/fugtighed	

1. Lav et transekt på 4x4m(Det er ikke nok bare at måle et sted en gang!)
2. Brug et tykt jordspyd, til at lave huller med i hjørnerne(P1-P4). Hullerne skal være ca. 1 m. dybe eller ned til permafrosten/grundfjeldet.
3. Med et tyndt jordspyd måles det aktivlag i de fire hjørner P1, P2, P3 og P4.



P1	
P2	
P3	
P4	

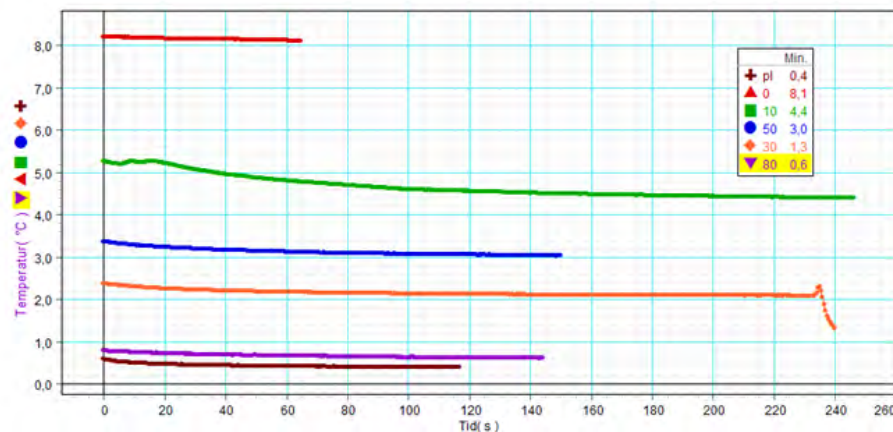
4. Klister nu den tynde temperatur sensor på enden af din bambus pind, og tilslut temperatur sensoren til din datalogger. Det er vigtigt at du har sat temperatur sondens ledning, godt fast op langs hele bambus pinden!
5. Nu skal du til at datalogge temperaturen i jordprofilen i intervaller af 10cm. HUSK at gem alle dine kørsler fra P1 – P4. Opret gerne en mappe til hvert punkt i transektet, så du ikke får rodet rundt i alle dine målinger!



Figur13: Datalogging på Svalbard af Jakob Bach

- Nu skal du logge temperaturen fra overfladen til bunden i de 4 punkter i transektet. Du skal lave en temperatur måling for hver 10ende cm. Det er vigtigt at du lader temperaturmålingen blive stabil.

Herunder ses et eksempel på temperaturmålinger foretaget på Svalbard. Lig mærke til at alle målinger, for lov til at løbe til der er en stabilmåling = Hældningen er 0!



Figur 14: Temperaturmålinger fra felten, som er overført til programmet datastudium af Jakob Bach.

- Når I har indsamlet temperatur-data for alle 4 punkter i transektet, kan I nu tage hjem og databehandle jeres målinger!
- Hjemme behandles data i DataStudio og en lille kort felt rapport skrives. Vær parat til fælles præsentation og diskussion af data. Udvalgte data opsamles i plenum og skrives ind i dette Google drev, så de kan deles med andre elever.

<https://docs.google.com/spreadsheet/cc?key=0Arz9ccEymN2wdDNXYms1VVp5YVpkWEtkQUdiYnhRdVE&usp=sharing>

Resultat behandling

Her under ses et eksempel på, hvordan resultaterne kan behandles i en lille felt - rapport!

GPS-position: 33 X 518977 8681027 (waypoint: permafrost lokalitet 1)

Beskrivelse af lokalitetens beliggenhed og form:

Lokalitet 1 er placeret på dalsletten i Adventdalen, der er en U-dal. Der er fladt og fugtigheden er relativ lav. Lokaliteten er placeret 96m fra elven ifølge MapSource..

Vegetation, mørk /lys overflade:

Der er pletvis vegetation, der består af græsser, mosebøller (museører), mos og top spirende pileurt. Overfladen er pletvis lys og i nogle områder en anelse mørkere.



Kornstørrelser:

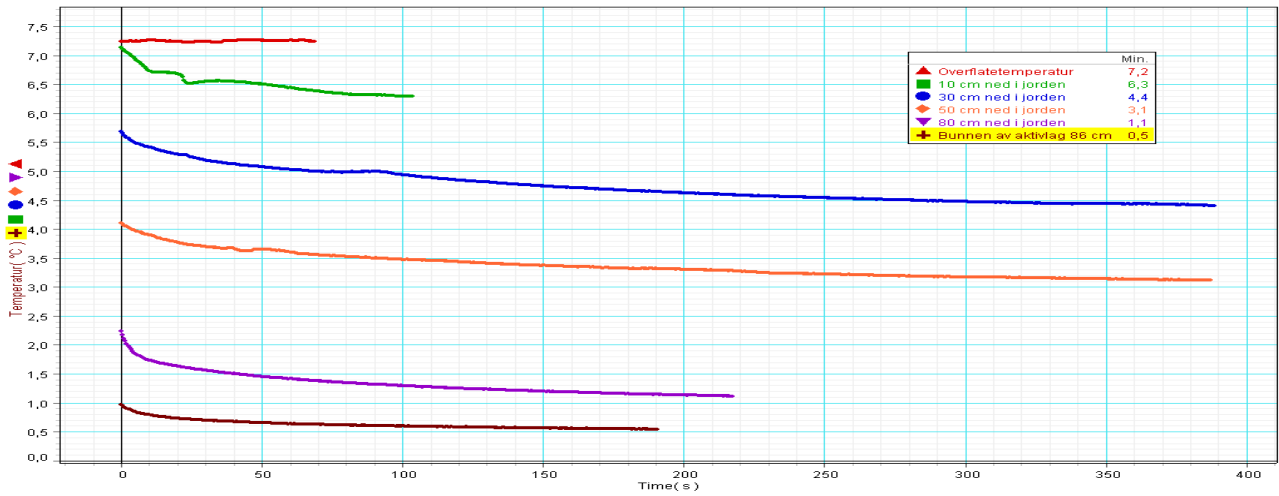
Vi har fundet silt (0,006 mm-0,002 mm) og ler (under 0,002 mm).

Tykkelsen i det aktive lag:

Punkt 1	86 cm
Punkt 2	89 cm
Punkt 3	90 cm
Punkt 4	90 cm

Måleresultater af temperaturmålinger i det aktive lag lavet i datastudium:

Punkt 1:

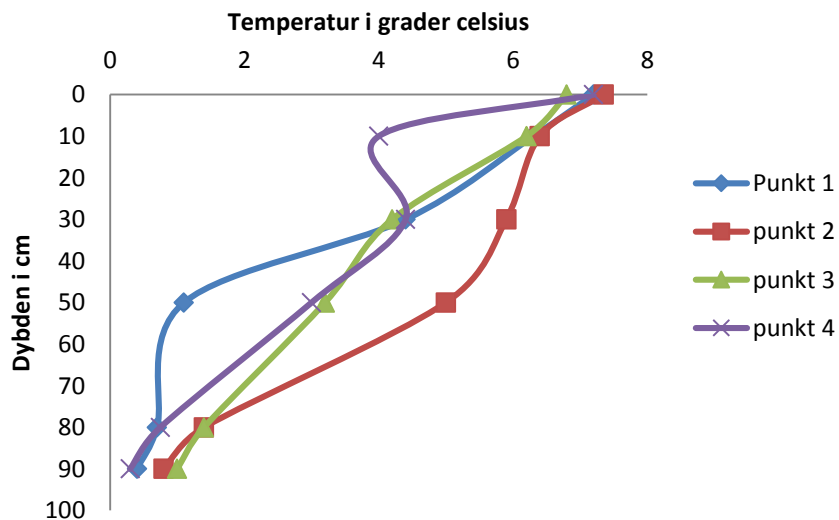


Figur 15: Temperaturmålinger behandlet i datastudium fra punkt 1

Så skal du også lige huske punkt 2, 3 og 4.

Opsummering af resultater kan laves i excel

Den stabile temperatur fra de forskellige dybder, sættes ind i et x,y - koordinatsystem

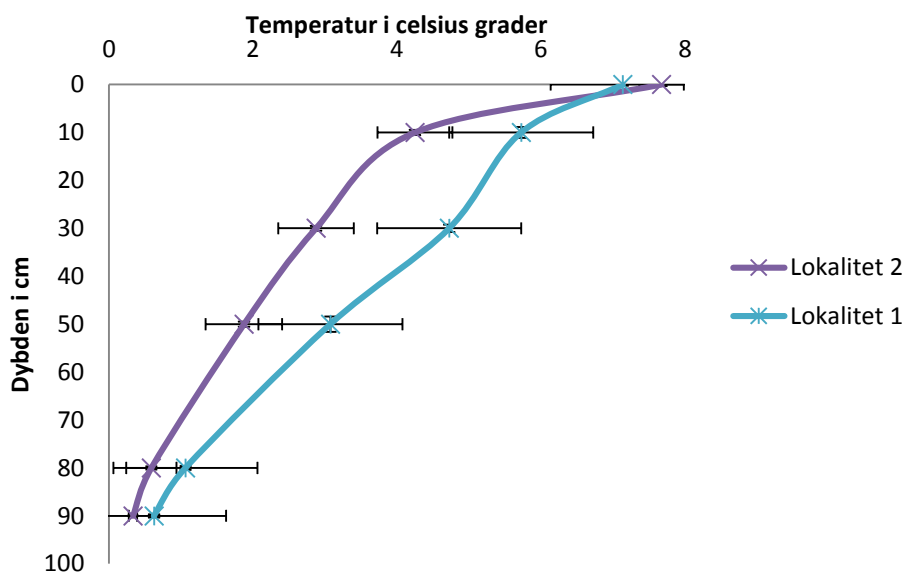


Figur 16: Temperaturen i dybden på lokalitet 1 - fra overfladen og til frostspejlet.

dybde(cm)	Punkt 1	punkt 2	punkt 3	punkt 4	gennemsnit	sd
0	7,2	7,35	6,8	7,2	7,1375	0,23585
10	6,3	6,4	6,2	4	5,725	1,152895
30	4,4	5,9	4,2	4,4	4,725	0,788987
50	1,1	5	3,2	3	3,075	1,594522
80	0,7	1,4	1,4	0,75	1,0625	0,390246
90	0,4	0,8	1	0,3	0,625	0,330404

Tabel 1: Temperatur data fra lokalitet 1.

Herefter skal I lave en gennemsnitlig temperaturprofil via gennemsnittet og standard deviationen(sd). I skal sammenligne den med data fra andre transekter, der evt. er anderledes end jeres – Kunne være et område med anden vegetation!



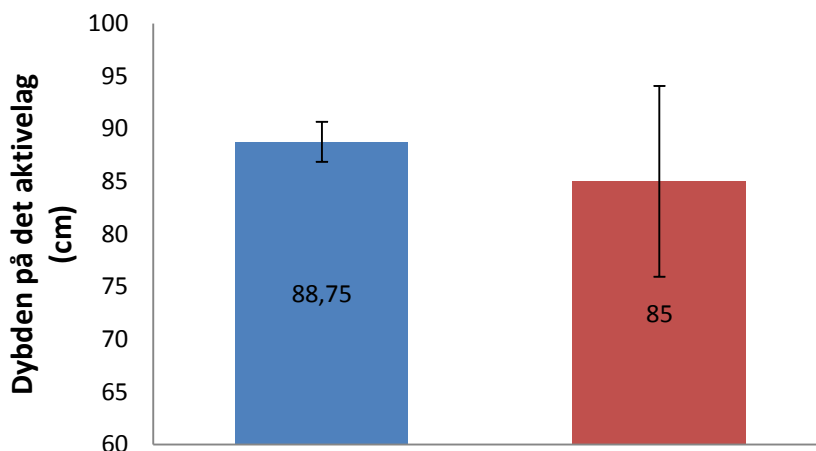
Figur 17: Gennemsnit temperaturen i dybden fra både lokalitet 1 og 2.

Aktiv lag(cm)	lokalitet 1	lokalitet 2
	86	72
	89	88
	90	87
	90	93
gennemsnit	88,75	85
SD	1,89296945	9,055385

Tabel 2: Data på dybden af det aktivelag på lokalitet 1 og 2

Herefter kan I præsentere jeres data for det aktivelag. Her skal I også sammenligne med et andet transekt.

Dybden på det aktive lag på lokalitet 1 og 2



Figur 18: Gennemsnitlig dybde på det aktivlag på lokalitet 1(blå) og lokalitet 2(rød).

Nu er I klar til at lave en diskussion!

Hvordan passer jeres resultater overens med teorien(jeres transekt – aktivlag og temperaturgradienten? – for aktivlag se denne artikel:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ppp.687/pdf>

- Find tabel 2 og se efter forkortelsen ALT =active layer thicknesses, og find den lokalitet/det borehul der ligger tættest din lokalitet. Samt figur 6 og 7 i denne vejledning.

Er der forskel på de to lokaliteters resultater(sammenhold jeres målinger med et andet transekt)?

Passer dine observationer og resultater sammen med teorien(dybden på det aktivlag og temperatur gradienten)?

Kig på figur 9 i vejledningens teori – Find det borehul der ligger tættest dig! Hvor dybt/tyk antager du permafrosten er i dette område?

Kig på figur 3 i vejledningens teori – Hvor stor tror du stigningen er i CO₂ fluxen fra bund til top i dit undersøgte "borehul". Hvilken betydning har/kan dette få?

- Hvis I vil være virkelige forsker, trækker i information ind fra biologien og fysikken for, at understøtte jeres data.

For at se forskellen på jeres lokaliteter ville det være oplagt at inddrage *Ellenberg indikatorværdier* for fugtighed(F) – da dette har stor betydning for det aktivlag, og I har ikke målt det direkte!

Find det latinske navn for den dominante planteart i jeres transekt og sæt den ind i denne database – <http://statedv.boku.ac.at/zeigerwerte/>

Eks. fra de data der er præsenteret i figur 17 og 18.

Botanik:

Lokalitet 2:

Polar kær-uld:

Eriophorum scheuchzeri	L:	9	T:	2	K:	x	F:	9	R:	4	N:	2
-------------------------------	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---

Lokalitet 1:

Top spirende pileurt

Persicaria vivipara	L:	7	T:	2	K:	x	F:	5	R:	4	N:	2

Disse data understøtter resultaterne fint – Et fugtig og et tørt område!

Litteraturliste

Christensen P og Egebo A L.: Er jorden i Arktis en tikkende bombe af drivhusgasser? Emu.dk
http://www.emu.dk/gym/fag/bi/klimaarktis/kap_9.html

Forchhammer, M.C.: Naturen og klimaændringer i Nordøstgrønland

Grønland Økologi – en grundbog fra Grønlands natur og miljøforvaltning 1999

Meteorologisk institutt og Ole G. Karlsen(red.), Terra Nostra, 1. oplag – 2008

Mebus. Jesper, Ruggaard mf. Klimaforandringer i Arktis – Biofag nr.6, 2012

Permafrost – fra Terranostra (Aschehoug) – kap. 10

The Thermal State of Permafrost in the Nordic Area during the International Polar

Year 2007–2009 af H.H Christiansen m.fl.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ppp.687/pdf>

Eller

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ppp.687/abstract>

Link til Pasport

Data opsamling i Biologi med Pasport -

http://www.frederiksen.eu/fileadmin/user_upload/PDF/Diverse/biologi_oeverlser_Pasport.pdf

Xplorerer-GLX-Manual på engelsk - http://www.pasco.com/file_downloads/product_manuals/Xplorerer-GLX-Manual-PS-2002.pdf