

# Teknik A – Geologi og råstoffer

## Undervisningsvejledning/Råd og vink

2011

*Vejledningen indeholder uddybende og forklarende kommentarer til lærerplanens enkelte punkter samt en række paradigmatisk eksempler på undervisningsforløb. Undervisningsvejledningen er ikke et bindende krav til undervisningen, men ment som inspiration med enkelte anbefalinger fra virkelighedens praksis.*

*Citater fra lærerplanen er anført i kursiv.*

---

### Indholdsfortegnelse

Teknik A – Geologi og råstoffer .....	1
Indholdsfortegnelse .....	1
§ 1. Fagets rolle .....	3
§ 2. Fagets formål .....	4
Viden og færdigheder .....	4
Kulturelle og samfundsmæssige kompetencer .....	4
Personlige og sociale kompetencer .....	4
§ 3. Læringsmål og indhold i geologi og råstoffer .....	4
Kernestof .....	8
Nøgletemaer .....	10
1) Grønlands geologi .....	10
2) Mineralogi og malmforekomster .....	23
3) Sedimentologi og olie .....	25
4) Planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering .....	33
Valgtemaer .....	35
5) Sikkerhed .....	35
6) Miljøteknik .....	37
7) Palæontologi .....	39
8) Prospektering .....	45
9) Fysisk geologi .....	54
Supplerende stof .....	57
§ 4. Undervisningens tilrettelæggelse .....	57
Didaktiske principper .....	57
Arbejdsformer .....	58
Fagsprog .....	61
Samspil med andre fag .....	61

§ 5. <i>Evaluering</i> .....	61
Løbende evaluering.....	61
Prøveform.....	62

# Teknik A – Geologi og råstoffer

## 1. Fagets rolle

*Teknikfaget beskæftiger sig med udvikling og fremstilling af produkter/processer og forudsætningerne herfor. Faget omfatter samspillet mellem teknik, viden, organisation og produkt, med fokus på at teknisk og naturvidenskabelig viden integreres i produktudvikling og fremstillingsproces, som kombineres med praktisk arbejde i værksteder og laboratorier. Faget medvirker til at gøre den tekniske studieretning virkelighedsnær og samtidsrelevant, samtidig med det er et af de fag, der er med til at konstituere den tekniske studieretnings profil. I tilknytning hertil styrker faget elevernes forudsætninger for at gennemføre en videregående uddannelse specielt inden for det tekniske og naturvidenskabelige område.*

*Geologi og råstoffer omhandler mineral- og bjergartsbeskrivelser, geologiske processer, materialeindsamling, feltteknikker, analysemetoder, prospektering, produktionsprocesser, produktfremstilling og samfundsmæssig perspektivering.*

*I faget indgår procesforløb og produktfremstilling på et niveau, der afspejler erhvervsmæssig professionalisme inden for det valgte teknikområde. I teknikfaget sikres samspil med andre fag fra den tekniske studieretning. Store dele af teknikfaget gennemføres som projektbaseret undervisning i samspil mellem teori og praktisk arbejde i naturen, værksteder og laboratorier. Faget sikrer faglig fordybelse, selvstændigt arbejde, refleksion og kendskab til projektbaserede metoder. Projektforløbene indebærer, at uddannelsens enkelte fag anvendes i en sammenhæng, der kombinerer forskellig faglig viden på relevant måde.*

*Teknik A – Geologi og råstoffer er sammensat af nøgletemaer, som er obligatoriske for faget, og to til tre valgtemaer, som skolen udvælger. Der vælges et fordybelsesområde inden for et af de nøgle- eller valgtemaer, som er valgt. Nøgletemaerne og de udvalgte valgtemaer udgør ca. 70 pct. af fagets undervisning. Fordybelsesområdet udgør ca. 30 pct. af fagets undervisning.*

Teknikfaget er et af de centrale fag i den tekniske studieretning. Faget er obligatorisk på A-niveau og er placeret i slutningen af uddannelsen og udgør det sidste led i studieretningen. Der er ingen tvivl om, at teknikfaget er højt placeret i elevernes bevidsthed om den tekniske studieretning, og det er vigtigt at faget gennemføres, så det på lever op til elevernes forventninger og til de mere overordnede intentioner om den tekniske studieretnings særlige profil blandt de gymnasiale uddannelser.

Teknikfaget – geologi og råstoffer er udformet med udgangspunkt i de særlige muligheder og de særlige ressourcer, der findes på skolen i Sisimiut og den omkringliggende natur. Faget forudsætter undervisning på laboratorier, og der indgår produkt/analyse fremstilling på et niveau, der afspejler skolens og erhvervslivets professionalisme.

Skolen vælger selv blandt de 3 mulige teknikfag, hvilke der skal udbydes, og bidrager selv - ved valg af de opstillede valgtemaer og fordybelsesområde - til fagets endelige retning og afgrænsning. Det er en

forudsætning, at skolen ved sine valg og afgrænsninger tager udgangspunkt i skolens styrker og udviklingsområder.

Teknikfaget afspejler den teknologiske udvikling i samfundet og bør løbende udvikles i takt hermed. Udover den løbende opkvalificering kan det derfor være nødvendigt at efteruddanne lærerstaben, når nye valgte temaer eller teknologier inddrages i faget. Teknikfaget bidrager formelt og reelt til elevens videreuddannelseskompetence inden for det tekniske område. Ved gennemførelse af ingeniøruddannelse eller lignende kortere videregående uddannelse har eleven på den tekniske studieretning god baggrund i teknikfaget som referenceramme, herunder indsigt i anvendelsen af de naturvidenskabelige fag i teknisk sammenhæng.

Det er karakteristisk, at væsentlige dele af teknikfaget gennemføres som projektbaseret undervisning, hvor samspillet mellem praktisk arbejde og teori er væsentlig. Faget sikrer faglig fordybelse, selvstændigt arbejde og kendskab til en metode, hvor projektbeskrivelse, planlægning og rapportering indgår som væsentlige elementer.

## 2. Fagets formål

### *Viden og færdigheder*

*Eleverne skal især i en grønlandsk sammenhæng have viden om geologi og råstoffer og indsigt i at planlægge, beskrive og gennemføre konkrete fagrelevante projekter samt selvstændige projektføløb. I tilknytning hertil skal eleven kunne søge, bearbejde og formidle relevante faglige informationer både i skrift og tale, samt kunne kombinere teori med praktisk arbejde.*

### *Lærings- og arbejdskompetencer*

*Eleverne skal kunne inddrage og anvende elementer fra andre fag i projekterne, og herigennem vise en bredere anvendelse af studieretningens øvrige fag.*

### *Personlige og sociale kompetencer*

*Eleverne skal have erfaringer med projektbaserede arbejdsmetoder igennem såvel gruppearbejde som individuelt arbejde. I tilknytning hertil skal eleven kunne forholde sig kritisk, analytisk, og innovativt til tekniske løsninger og anvendt videnskabelig viden i omverdenen.*

### *Kulturelle og samfundsmæssige kompetencer*

*Eleverne skal i kombination med de øvrige fag i studieretningen kunne inddrage historiske, kulturelle, økonomiske og miljømæssige aspekter i projekterne, samt kunne se problemstillingerne både ud fra et kulturelt/samfundsmæssigt- og lokalt/globalt perspektiv.*

## 3. Læringsmål og indhold i geologi og råstoffer

### 3.1. Læringsmål

*Eleven skal kunne:*

***Nøgletemaer (30 pct.)***

### *Grønlands geologi*

- a) opnå et grundlæggende kendskab til Grønlands geologiske udvikling,*
- b) udtrykke sig ved hjælp af grundlæggende geologiske begreber og fagudtryk,*
- c) læse og forstå et grundlæggende geologisk kort og*
- d) genkende udvalgte bjergarter og bjergartsdannende mineraler i nærområdet.*

### *Mineralogi og malmforekomster*

- a) identificere og i faglige termer kunne beskrive udvalgte bjergartsdannende hovedmineraler,*
- b) fagligt forstå forskellen på de forskellige typer af hårde bjergarter,*
- c) genkende forekomst af malm og malmindikationer og*
- d) vurdere en udvalgt geologisk enheds udseende og størrelse i grove mål.*

### *Sedimentologi og olie*

- a) kende forskel på et sediment og en hård bjergart,*
- b) beskrive et sediment ud fra dets tekstur,*
- c) kende til analyse- og udvindingsmetoder og*
- d) kortvarigt vurdere et givent sediments mulighed for og udnyttelse af råstoffer som olie og gas.*

### *Planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering*

- a) vælge, begrunde og anvende relevante analysemetoder og udstyr både i felten og i laboratoriet,*
- b) udføre målinger og registreringer, samt vurdere resultaternes nøjagtighed,*
- c) kunne redegøre for måleudstyrets funktion, samt justere og kalibrere udstyr og apparatur og*
- d) kunne planlægge og gennemføre simpelt feltarbejde og ekskursioner med overnatning.*

### **Valgtemaer (40 pct.)**

#### *Sikkerhed*

- a) grundlæggende kendskab til førstehjælp under arktiske forhold, evt. et førstehjælpskursus,*
- b) grundlæggende kendskab til brug af landkort og kompas, herunder tage højde for misvisning og kunne gå fra kort til terræn og omvendt,*
- c) grundlæggende kendskab til brug af elektroniske og visuelle/akustiske sikkerhedsmidler, eks. GPS, satellittelefon, VHF radio og signaleringsmidler og*
- d) grundlæggende kendskab til brandbekæmpelse*

#### *Miljøteknik*

- a) beskrive og analysere en miljøpåvirkning,*
- b) udarbejde en miljøteknisk analyse og eventuel løsning og*
- c) afprøve denne eller dele deraf og vurdere de miljømæssige konsekvenser.*

### *Palæontologi*

- a) identificere udvalgte fossiler,*
- b) navngive og relativt aldersbestemme et givent fossil og*
- c) sammenligne fossilgrupper og udviklingshistorie på et lokalt og globalt plan*

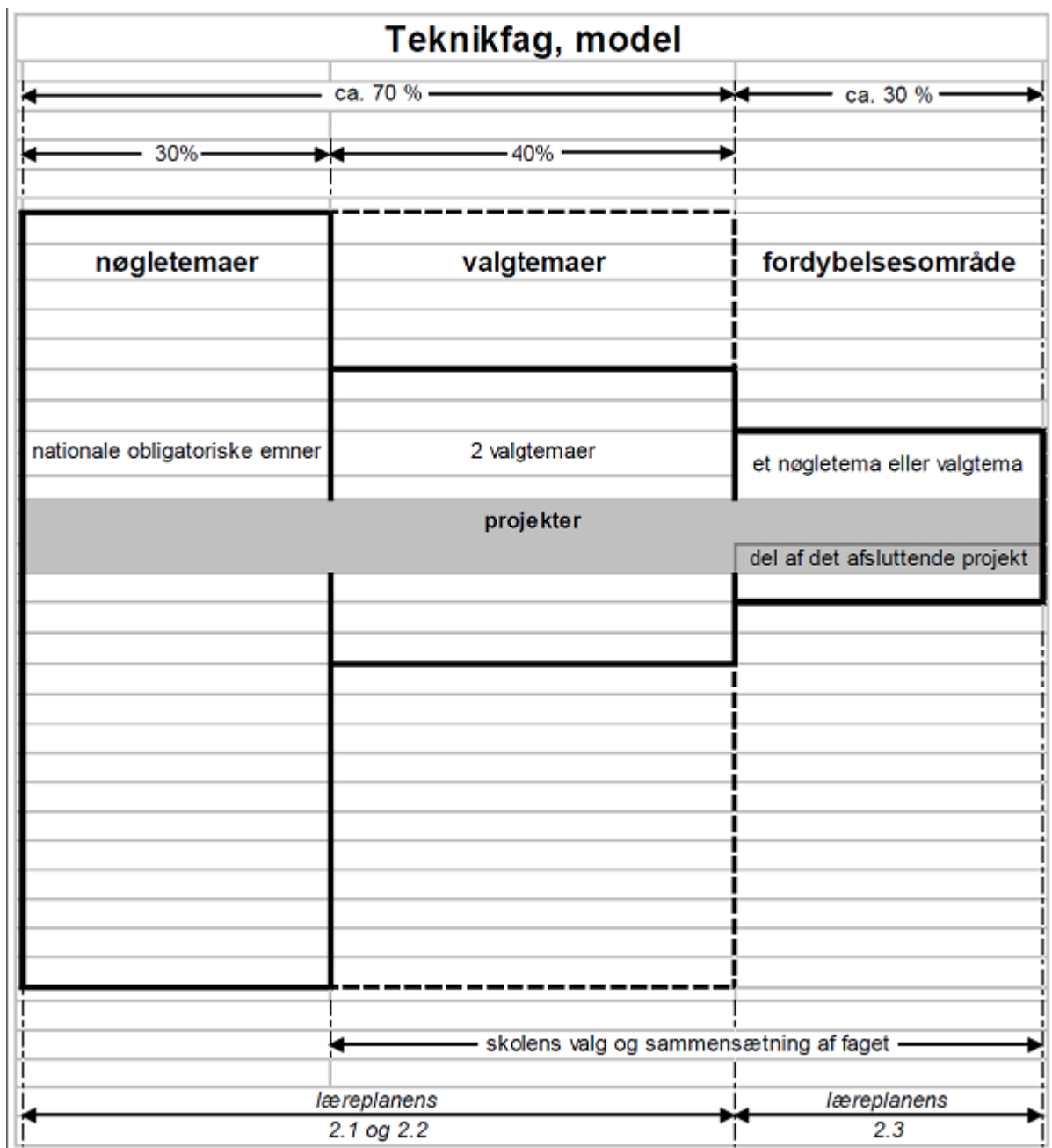
### *Prospektering*

- a) foretage en indledende vurdering af en indsamlet råstofforekomsts kvalitative og kvantitative sammensætning,*
- b) gøre rede for en råstofforekomsts chancer for at danne grundlag for råstofudvinding og*
- c) redegøre for miljølovgivning, ergonomi og sikkerhed ved arbejde.*

### *Fysisk geologi*

- a) kende til landskabets fysiske udseende, herunder bjergarter, sedimenter, forvitring og erosion og*
- b) gennemføre simple analyser af de fysiske forhold.*

Eleven skal vælge et teknikfag. Geologi og råstoffer er et ud af 3 mulige. Undervisningen i faget retter sig mod produktion, processer og analyser der hovedsagelig foretages inden for de naturvidenskabelige områder. Faget beskæftiger sig kun lidt med forurening og kontrol af miljø og sikkerhed. Faget er især baseret på det naturvidenskabelige fag teknologi. Teknikfaget er bygget op efter følgende model:



Nøgletemaerne er obligatoriske temaer, der kendetegner et specifikt teknikfag. I geologi og råstoffer er temaerne: Grønlands geologi, mineralogi og malmforekomster, sedimentologi og olie samt planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering

Valgtemaerne - hvoraf der vælges to til tre i et teknikfag - er temaer, som skolen udvælger blandt læreplanens valgtemaer. I geologi og råstoffer er valgtemaerne: sikkerhed, miljøteknik, palæontologi, prospektering og fysisk geologi.

Nøgletemaer og valgtemaer udgør ca. 70 % af fagets uddannelsestid. Fordybelsesområdet er et af fagets nøgletemaer eller et af de udvalgte valgtemaer. Endvidere indgår en del af elevens afsluttende projekt. Nøgle- eller valgtemaet udvælges af skolen. Eleven vælger selv sit afsluttende projekt ud fra lærerens/ lærernes eksamensoplæg. Fordybelsesområdet udgør ca. 30 % af fagets uddannelsestid. Projekttoplæg udarbejdet i samarbejde med virksomheder kan tilføre et projekt aktualitet og relevans, og sådanne virkelighedsnære projekter medvirker i høj grad til at øge motivationen hos eleverne.

### 3.2. Kernestof

*Kernestoffet er:*

#### **Nøgletemaer (30 pct.)**

##### *Grønlands geologi*

- a) jordens opbygning,
- b) hovedsagligt vest Grønlands geologiske udviklingshistorie,
- c) bjergarter og geologiske enheder,
- d) geologiske beskrivelser ud fra feltarbejde i lokalområdet,
- e) geoteknik og
- f) relevante analysemetoder i felten og laboratoriet.

##### *Mineralogi og malmforekomster*

- a) basis mineralogi, genkendelse, beskrivelse og brugen af mineraler,
- b) beskrive udvalgte håndstykker og mineraler og
- c) relevante analysemetoder i felten og laboratoriet.

##### *Sedimentologi og olie*

- a) relevant sedimentologilære og petroleumsgeologi,
- b) dannelse, efterforskning og udvindelse af olie og gas,
- c) geofysisk efterforskning og
- d) relevante metoder til efterforskning og udvindelse.

##### *Planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering*

- a) fysiske og mikrogeologiske analysemetoder,
- b) relevant apparatteknik,
- c) valideringsmetoder og
- d) planlægning og udførelse af feltarbejde, herunder indsamling og registrering af data i felten.

#### **Valgtemaer (40 pct)**

##### *Sikkerhed*



- a) første hjælp med fokus på arktiske forhold,
- b) kortlære, kompas og misvisning, herunder brug af GPS,
- c) signalerings midler og
- d) behandling af brændstoffer og brandbekæmpelse af små brande, f.eks. brand i brændstoffer (trangia, primus, væltet petroleum osv.).

#### Miljøteknik

- a) miljø- og geoteknik,
- b) miljø- og materialelære,
- c) metoder til vurdering af miljøbelastning og
- d) lokal kultur- og miljøhistorie.

#### Palæontologi

- a) fossilidentifikation,
- b) faunalære,
- c) udvikling gennem tiderne og masseuddøen og
- d) relevant perspektivering.

#### Prospektering

- a) relevante redskaber og vurderingsanalyser,
- b) råstofvurdering og udvinding og
- c) miljølovgivning, ergonomi og sikkerhed ved arbejde.

#### Fysisk geologi

- a) Grønlands placering gennem geologisk tid, herunder pladetektonik, havstrømme og indlandsisen,
- b) isostasi og eustasi og fysiske analyser af de nuværende forhold.

Herunder beskrives små paradigmatisk eksempler på undervisningsforløb/projektforløb der inddrager det nævnte kernestof. Da faget handler om elementer i naturen, er det vigtigt at gennemføre så megen af undervisningen som muligt udendørs.

Rækkefølgen for eksemplerne følger læreplanen:

- 1) Grønlands geologi
- 2) Mineralogi og malmforekomster
- 3) Sedimentologi og olie
- 4) Planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering
- 5) Sikkerhed
- 6) Miljøteknik

- 7) Palæontologi
- 8) Prospektering
- 9) Fysisk geologi

Den punktvisе beskrivelse af de faglige mål og det faglige indhold er ikke et udtryk for, at hvert punkt er isolerede områder for undervisningen, men som en beskrivelse af de områder, som eleverne skal arbejde med. De faglige mål og kernestoffet vil naturligt blive integreret i projektførløbene.

## Undervisningseksempler

### Nøgletemaer

#### 1) Grønlands geologi

- *Opnå et grundlæggende kendskab til Grønlands geologiske udvikling.*
- *Udtrykke sig ved hjælp af grundlæggende geologiske begreber og fagudtryk.*
- *Læse og forstå et grundlæggende geologisk kort.*
- *Genkende udvalgte bjergarter og bjergartsdannende mineraler i nærområdet.*

#### Mål:

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

#### 1) Grønlands geologi

- *Jordens opbygning.*
- *Hovedsagligt vest Grønlands geologiske udviklingshistorie.*
- *Bjergarter og geologiske enheder.*
- *Geologiske beskrivelser ud fra feltarbejde i lokalområdet.*
- *Geoteknik.*
- *Relevante analysemetoder i felten og laboratoriet.*

#### 2) Mineralogi og malmforekomster

- *Basis mineralogi, genkendelse, beskrivelse og brugen af mineraler.*
- *Beskrive udvalgte håndstykker og mineraler.*
- *Relevante analysemetoder i felten og laboratoriet.*

#### 3) Sedimentologi og olie

- *Relevant sedimentologilære og petroleumsgnologi.*

- *Dannelse, efterforskning og udvinding af olie og gas.*
- *Geofysisk efterforskning.*
- *Relevante metoder til efterforskning og udvinding.*

#### **4) Planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering**

- *Fysiske og mikrogeologiske analysemetoder.*
- *Relevant apparatteknik.*
- *Valideringsmetoder.*
- *Planlægning og udførelse af feltarbejde.*
- *Herunder indsamling og registrering af data i felten.*

#### **9) Fysisk geologi**

- *Grønlands placering gennem geologisk tid.*
  - *Herunder pladetektonik, havstrømme og indlandsisen.*
- *Isostasi og eustasi.*
- *Fysiske analyser af de nuværende forhold.*

#### **Baggrund:**

Jordens opbygning og sammensætning er groft opdelt i tre dele. Inderst er kernen, som omkranses af kappen, og yderst er jordskorpen. Jordskorpen og den yderste del af kappen består af stive bjergarter, mens den bløde del af kappen består af mere eller mindre plastiske og flydende bjergarter. Skorpen er brudt op i en række større og mindre plader, der både indeholder kontinenter og oceaner. Pladerne bevæger sig rundt på jorden da der i den nedre del af kappen formentlig forekommer konvektionsstrømme i de plastiske og flydende bjergarter. Disse bevægelser er årsagen til jordens dynamiske udvikling

Grønlands geologiske udviklingshistorie spænder over ca. 3800 millioner år. Landets geologiske fundament består af et sammensat grundfjeld med foldede gnejser, der er opstået for mere end 1600 millioner år siden, hvor det blev dannet under en række tidlige bjergkædefoldninger. I randen af dette grundfjeldsskjold blev der aflejret store lagserier med sedimenter, og for ca. 430-350 millioner år siden opstod yngre bjergkæder parallelt med kysten i Nord- og Østgrønland. For 60-55 millioner år siden buldrede vulkanerne i Grønland og dannede en mægtig vulkanprovins. Udviklingen sluttede med istidens påvirkninger gennem de seneste par millioner år, hvor landet var dækket af is.

I dag er Grønlands landområder på i alt 2.166.086 km<sup>2</sup> domineret af indlandsisen, men langs randen af denne findes en isfri zone på i alt ca. 410.000 km<sup>2</sup>. I denne zone finder man et arktisk fjeldlandskab næsten uden bevoksning og med klipper og stejlsider, der ofte er renskurede og afslebne af indlandsisen og lokale gletchere.

En meget stor del af den sedimentære del af jorden i de arktiske områder er permanent frosne. Denne del af jorden kaldes permafrost. Permafrost betyder at sedimentet indeholder vand, som er på iskrystalforn. Permafrost er normalt i alpine områder hvor årsmiddeltemperaturen er under minus 2°C. Om vandet i sedimentet er på fast eller flydende form, afhænger af saltindholdet.

#### **Beskrivelse:**

Eleverne bliver kastet direkte ud i undervisningen med en fjeldtur på 6-8 lektioners varighed. Her gives en kort lærerstyret undervisning i både hårde og bløde bjergarter samt mineraler, erosionsprocesser og få metamorfe strukturer som bånd, lineationer og aldersrelationer mellem gnejs og intrusive bjergarter. Dernæst går eleverne selv inductivt på opdagelse og skal med geologisk kort, lup, geologhammer, kniv og magnet, undersøge et givent område i fjeldet.

Et krav til produktet er at der opsamles div. prøver samt fotografering af den observerede geologiske udvikling i området. Begreber og fagudtryk som; metamorfose, mineraler, krystaller, intrusioner, hydrotermale årer oa., bør eleverne blive bekendt med.

I det efterfølgende projekforløb, præges undervisningen af lærerstyret teori samt elevstyret opsamling på feltturen.

#### *Undersøgelser af permafrosten:*

Området omkring langrensbane og vandsøerne (termokarstdalen), samt bag Dumpen i mineentreprenørernes sprængningsområde, er gode lokaliteter for prøvetagning af permafrost. Et samarbejde med de Arktiske Ingeniører om at tage boreprøver er at anbefale, da de har styr på det nødvendige udstyr.

Sæt rigeligt med tid af til at foretage prøveindsamling. Udstyrsopsætning samt selve proceduren med at tage boreprøver, kan tage længere tid end beregnet. Det er underholdende at se de flotte sedimentkerner blive trukket op af jorden, men sørg for at eleverne gruppevis roterer mellem at bore prøver op, og så en anden form for workshop, så de ikke står og kigger på at der bliver boret hele tiden. En anden workshop kunne være omkring istidssedimenter og optegning af lithologiske logs (præsenteret under afsnittet 3. sedimentologi og olie). Eleverne roterer således mellem at bore prøver op og notere prøvenumre samt sedimenttype. Et skema til denne øvelse kunne se således ud:



Det er vigtigt permafrostprøverne bliver pakket godt ind i plast, samt prøvenummer noteres og de lægges i en flamingokasse, så de ikke tør op i løbet af dagen i felten. Prøverne nedfryses i skolens fryser efter hjemkomst.

Følgende laboratorieforsøg kan gennemføres ved analysering af permafrostprøver:

#### *Bestemmelse af vandindhold*

For at kunne bestemme en sedimentprøves vandindhold, skal man bruge vægten af den våde prøve og vægten af den skål/alubakke (tara) prøven ligger i. For at finde værdien for vandindholdet, er vandet nødsaget til at blive fjernet fra prøven. Det gøres ved at varme prøven op i 1-2 døgn tid ved 105 °C i varmeovn. Vandet er nu fordampet, og prøven vejes af igen. Vægtforskellen er givet ved  $m_w$  [1] og vandets vægtprocent er givet ved  $w_{(\%)}$  [2]:

$$m_w = m_{\text{tara+våd prøve}} - m_{\text{tara+tør prøve}} \quad [1]$$

$$w_{(\%)} = \frac{m_w}{m_{\text{våd prøve}}} \quad [2]$$

BEMÆRK: vægten af tara skal ikke medregnes i  $m_{\text{våd prøve}}$ . Det er kun vægten af det våde sediment.

#### *Forsøg 1: pH af formationsvand/porevand*

Formålet er at bestemme pH-værdien af jordens porevand/formationsvand. Forsøget udføres med indikatorpapir eller pH-sonde.

- Inden forsøget startes, skal pH-sonden kalibreres med væsker med pH-værdier på hhv. 4 og 7. Herefter skylles sonden i et bægerglas med demineraliseret vand, før selve vandprøven med det optøede permafrost-porevand kan måles på. Efter hver måling skal sonden skylles i det demineraliserede vand.
- Der er 3 pH-sonder, og der skal registreres 3 pH-målinger. Så lav en måling med hver sonde og tag et gennemsnit.

Hvis pH-værdien af vandet er meget lav, kan det angribe og være skadeligt for trækonstruktioner, f.eks. ved pilotering.

### *Forsøg 2: Chloridindhold*

Jord og grundvand kan til tider indeholde aggressive stoffer, som kan skade bygværker af beton og stål. Et højt indhold af opløste salte i pore- og formationsvand kan fremme korrosion af stål og beton. Dog virker chloridioner beskyttende for trækonstruktioner. Saltet driver væsken ud af træet og har en poreforseglande effekt, der forlænger træets holdbarhed (tænk på drivtømmer, det har ligget længe i havvand, men er ikke blevet nedbrudt). Viden om tilstedeværelsen af chlorid, og koncentrationen af samme, gør det muligt at kunne inddrage overvejelser, der kan bruges til at beskytte geotekniske konstruktionselementer, og dermed forlænge deres levetid.

Formålet er at bestemme et eventuelt indhold af oprindelige salte i jordprøvernes porevand.

Koncentrationen af chloridioner bestemmes først og fremmest ud fra en kvantitativ analyse. Hvis der påvises chloridioner kan der foretages en kvalitativ analyse.

Jordprøvernes chloridindhold kan være med til at vurdere et sediments aflejningsmiljø. Er jordprøven aflejret under marine forhold, må det forventes at indeholde chloridioner. Er sedimentet aflejret under ferske forhold, kan man ikke forvente at finde en koncentration af chloridioner. Er vigtig faktor at huske på, er at chloridioner relativt let udvaskes, når jorden gennemstrømmes af ferskvand.

### *Prøveforberedelse*

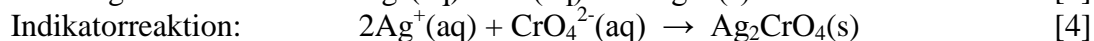
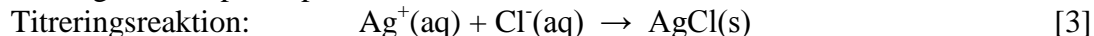
20 g. jord udtørres ved 105°C i varmeovn, pulveriseres og hældes i plastflaske med 100ml demineraliseret vand. Prøvematerialet omrystes omhyggeligt ad flere omgange før det henstilles i 2 døgn. Hvis væsken er uklar efter henstand, tilsættes nogle korn aluminiumsulfat  $Al_2(SO_4)_3$  under omrystning. Herved koagulerer og bundfældes lerpartiklerne.

### *Kvalitativ analyse*

10 ml af prøven udtages i et reagensglas. Tilsæt nogle dråber salpetersyre  $HNO_3$  for at gøre væsken svagt sur. Tilsæt herefter sølvnitrat  $AgNO_3$ . Hvis der er  $Cl^-$  til stede, vil der dannes et hvidt bundfald. Gå da videre med den kvantitative analyse.

### *Kvantitativ analyse*

10 ml af prøven udtages med pipette og fortyndes med 50 ml destilleret vand. Der tilsættes 1 ml. kaliumchromatopløsning  $K_2CrO_4$ , hvorefter der titreres under omrøring (magnetomrører) med en standard sølvnitratopløsning (0,0282 M  $AgNO_3$ ) indtil farveomslag. Farveomslaget er fra gul til rødlig-gul, og ses bedst mod en hvid baggrund. Der vil dannes et rødt bundfald af tungtopløseligt sølvchromat. Foretag en blindprøve på destilleret vand.



### Forsøg 3: Kornstørrelsesfordeling/sigteanalyse

*Sedimentær tekstur:* Begrebet tekstur beskriver et sediments partikler såsom kornstørrelse, sorteringsgrad og afrunding. Sedimenter bestående af meget afrundede partikler af ensartet størrelse betegnes teksturelt modne.

Den energi der kræves til at transportere sedimentkorn, varierer med kvadratet på kornets diameter. Sedimentets kornstørrelse giver således et mål for energien i transportprocesserne.

- Hvilke måder kan et sediment transporteres på?
- Er organisk materiale et sediment, og kan det bruges i en sigteanalyse-sammenhæng? Hvilke komplikationer er der ved et sediment rigt på organisk materiale?

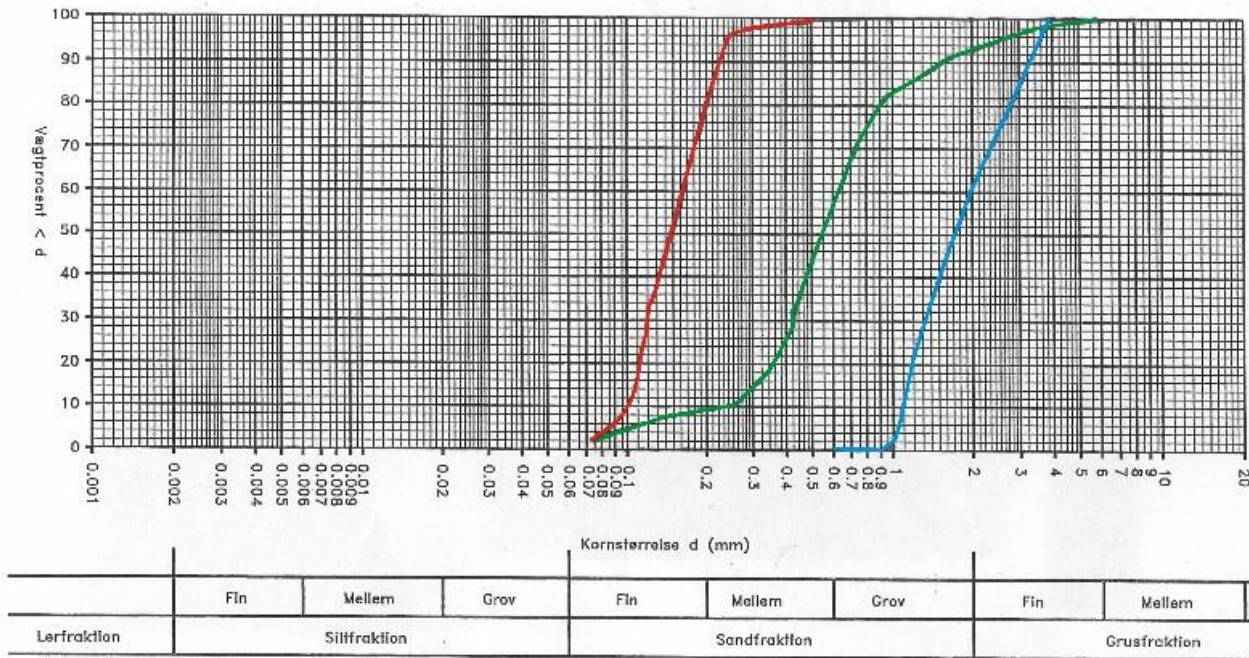
Formålet med denne metode er at bestemme en jordprøves tørmasse opdelt efter kornstørrelse. For at klassificere jordprøverne, foretages en tørsigtning af sandet. For at bestemme kornstørrelsesfordelingen, tørres jordprøverne i ca. 4 timer ved 105°C. Kornstørrelsen og vægtfordelingen af de forskellige kornstørrelser er et udtryk for det miljø, som sedimentet er aflejret i (aflejringsmiljø). Til forsøget anvendes sigter med forskellige maskevidder i rækkefølgen 16,0 – 8,00 – 4,00 – 2,00 – 1,00 – 0,50 – 0,250 – 0,125 – 0,063 mm. Sigterne stables som på billede 1 med faldende maskevidde nedad og til sidst en lukket bund. Placer sedimentet i den øverste sigte. Det er vigtigt at mase eventuelle sedimentklumper ud, da de ellers vil være fejlkilder. Stablen af sigter placeres i rystemaskinen i ca. 20 min.



Billede 1: Rystemaskine og sigter.



Efter sigtningen har sedimentet fordelt sig i de forskellige kornstørrelsessigter. Sedimentfordelingerne i de forskellige sigter vejes og noteres i et skema. Når alle vejninger er noteret udregnes fejlprocenten, som angiver hvor meget materiale er tabt i sigtningen. Nogle korn er måske ikke mast ordentligt ud, og de indgår derfor som fejlkilder. Forsøget giver et resultat U, som er uensformighedstallet for sedimentprøven.



Kornkurver for de tre sandtyper. Den røde kurve er for fint sand, den grønne er for groft sand og den blå er for grus.

Når ovennævnte er lavet udregnes uensformighedstallet som er defineret i følgende formel:

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

hvor:

- $d_{60}$  er kornstørrelsen for hvilken 60 % af prøven ligger under ( aflæst på grafen).
- $d_{10}$  er kornstørrelsen for hvilken 10 % af prøven ligger under ( aflæst på grafen).

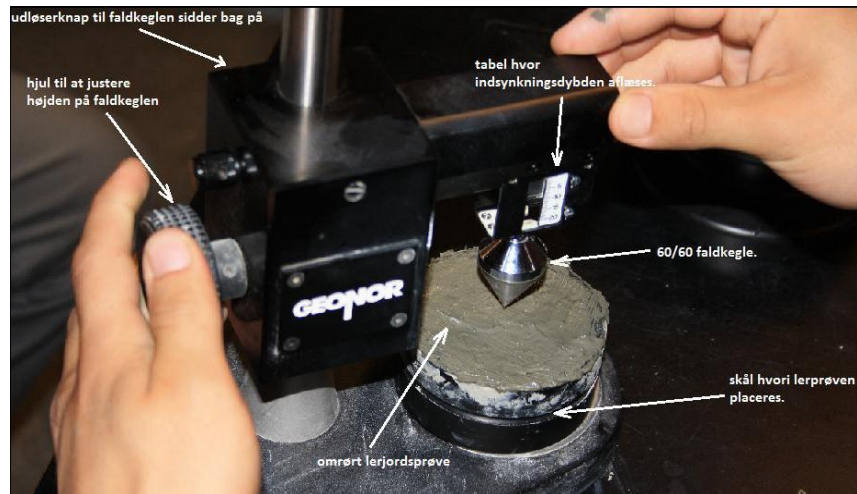
Det resultat man får kan defineres ud fra følgende sorteringsgrader:

- Velsorteret  $U < 2$
- Sorteret  $2 < U < 3,5$
- Ringe sorteret  $3,5 < U < 7$
- Usorteret  $U > 7$

#### Forsøg 4: Geotekniske styrkeindeks

##### Faldkegle-forsøg

Formålet er at bestemme prøvens udrænedede forskydningsstyrke/flydegrænse ( $W_L$ ) i omrørt tilstand. Til forsøget anvendes et faldkegleinstrument og et lod/faldkegle på 60 g. Faldkeglen er ophængt i en arm over den afrettede prøve. Faldkeglespidsen føres ned til overfladen af prøven. Keglen udløses momentant og nedtrængningen kan registreres.



Flydegrænsen er netop der hvor faldkeglen nedtrænger med 10 mm. Da det ikke kan gøres præcist i laboratoriet, skal forsøget udføres over flere omgange. Ved at tilføje vand til prøven, får man større og større nedtrængning. Ved f.eks. 3-4 forsøg, kan der konstrueres en kurve over nedtrængningen og vandprocenten på et enkeltlogaritmisk papir. Der skal findes nedtrængninger både over og under de 10 mm. Derved fås en tilnærmet ret linje.

$$m_w = m_{\text{tara+våd prøve}} - m_{\text{tara+tør prøve}} \quad [1]$$

$$W(\%) = \frac{m_w}{m_{\text{våd prøve}}} \quad [2]$$

##### Pølse-forsøg

Plasticitetsgrænsen ( $W_p$ ) findes mellem plastisk og fast stof. Den findes ved at rulle sin prøve ud på en keramikplade til en pølse. Man skal opnå, at pølsen lige præcis falder fra hinanden ved 3 mm tykkelse. Vand kan tilføres prøven til netop de 3 mm opnås. Plasticitetsgrænsen er netop defineret ved en pølsestykkelse på 3 mm. Prøven vejes, tørres og vandindholdet bestemmes som ved faldkegle-forsøget ([1],[2])

Resultaterne indføres på vedlagte tabel for flyde- og plasticitetsgrænser.

*Plasticitetsindeks*

Når flyde- og plasticitetsgrænse er bestemt, kan plasticitetsindekset  $I_p$  bestemmes ud fra følgende ligning:

$$I_p = W_L - W_p \quad [5]$$

*Konsistensindeks*

Konsistensindekset  $I_c$  kan udregnes efter følgende ligning:

$$I_c = \frac{W_L - W}{I_p} \quad [6]$$

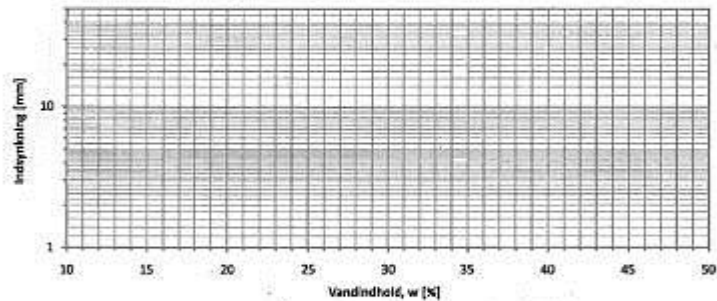
Konsistensgrænser	
Boring	
Dybde	
Højde	
Dato	

feltet udfyldes

feltet beregnes

**Bestemmelse af Flydegrænse ( $w_L$ )**

Tara nr.	Tara [g]	Våd prøve + tara [g]	Tør prøve + tara [g]	w [%]	Inddykning [mm]
Flydegrænse (10 mm inddykning)			$w_L$ [%]:		10



**Bestemmelse af Plasticitetsgrænse ( $w_p$ )**

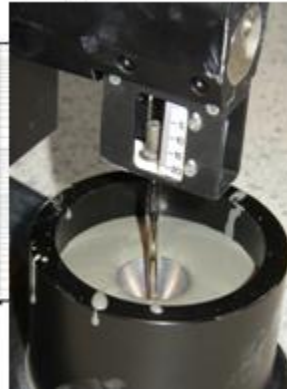
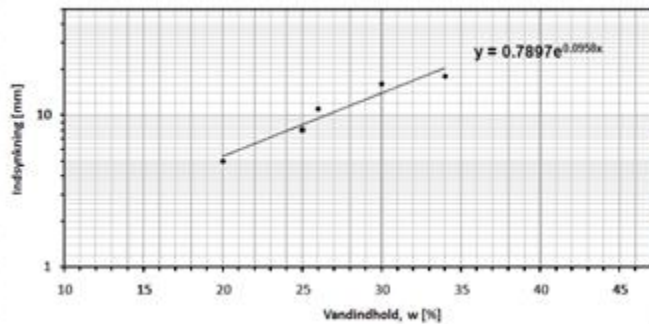
Tara nr.	Tara [g]	Våd prøve + tara [g]	Tør prøve + tara [g]	w [%]
Plasticitetsgrænse			$w_p$ [%]:	

Plasticitetsindeks = $w_L - w_p$	$I_p$ [%]:
Naturligt vandindhold	$w_{nat}$ [%]:
Konsistensindeks = $(w - w_{nat})/I_p$	$I_c$ [%]:

## $w_L$ : 10 mm indsykning for 60g/60 keglen

Bestemmelse af Flydegrænse ( $w_L$ )

Tara nr.	Tara [g]	Våd prøve + tara [g]	Tør prøve + tara [g]	w [%]	Indsykning [mm]
				20	5
				25	8
				26	11
				30	16
				34	18
Flydegrænse (10 mm indsykning)				$w_L$ [%]:	26.50



### Forsøg 5: Adskillelse af ler- og siltfraktioner

Lerpartikler er gode til at holde på vand, derfor er det essentielt at få adskilt ler- og siltpartikler fra hinanden. Det gøres i et bægerglas, hvor silt bundfælder før ler.

#### Opsætning:

Det resterende materiale fra sigteanalysen, altså det der ligger i bunden af sigtetårnet, overføres til en glaskolbe. Tilføj 150ml demineraliseret vand og ryst kolben grundigt. Herved adskilles ler- og siltpartikler. Siltpartiklerne bundfælder først, mens leret stadig er suspenderet i vandmassen. Lad glassene stå stille i ca. 30 min.

Vej et nyt målebæger. Efter ca. 30 min. hældes vandet med lerpartiklerne over i det nye målebæger. Lad begge målebægere stå i varmeskab til al vandet er fordampet. Da lerpartikler har tendens til at suge vand til sig, skal den tørre prøve af ler vejes med det samme den kommer ud af varmeskabet. Derved har man adskilt lerpartikler fra siltpartikler, og forholdet kan beregnes.

**Litteratur/links til forløbet:**

*Grønlands geologiske udvikling* af Niels Henriksen

*Feltgeologi* af Dougal Dixon

*Lærebog i Geoteknik* af Polyteknisk forlag

**Produkt:**

Produktet er en posterfremstilling samt oplæg for de andre elever om netop posteren. Posteren skal indeholde de geologiske elementer: gnejs, metamorfose, mest almindelige bjergartsdannende mineraler som kvarts, feldspat, glimmer, pyroxen og amfibol, samt billeder af aldersrelationer og evt. mikroskopibilleder af enkelte mineraler. Feltarbejdets arbejdsmetoder skal ligeledes beskrives.

Permafrostproduktet kunne ligeledes være en posterfremstilling med mundtlig præsentation, gerne for øvrigheden, da det er vigtig information for almenheden.

**Formidlingsdelen:**

Dette kunne være en af de større opgaver der skal laves ifølge bekendtgørelsen.

**Varighed:**

25-35 lektioner

**Arbejdsform:**

Gruppearbejde

**Ressourcer:**

Geologisk udstyr som; hammer, lup, magnet, kniv, papir og blyant samt kamera. Laboratorieudstyr som mikroskop.

**Evaluering:**

Elevernes arbejde evalueres hhv. over det skriftligt fremstillede materiale og så den mundtlige præsentation.

**Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Lad eleverne inddrage deres kulturelle naturvidenskabelige baggrund. Mange elever ved en masse om Grønlands geologi. Lad eleverne vælge deres eget undersøgelsesområde i fjeldet. Hvis det valgte område har begrænsede geologiske elementer, så sørg for de kommer rundt i fjeldet og får set det hele. Hold deres interesse oppe ved at vise dem spændende steder og mineraler. Termer som metamorfose, gnejs etc. kunne der evt. lavet en ordliste over, da det er svære og til tider svært forståelige termer.

Netop på grund af de arktiske kølige forhold bør eleverne have at vide de skal tage godt med tøj på til fjeldturen. Vigtigst er vandtæt fodtøj, varmt tøj, hue osv. samt drikke og evt. madpakke.

Som hjælp kunne følgende opgaveformulering indgå:

### *Opgave 1: Bjergartsdannelse og mineralogi*

Som opstart vil i blive introduceret til jordens dannelse og udvikling gennem de geologiske tider. Vi vil se nærmere på de dannelsesprocesser der har skabt Grønland, og på hvordan landskabet omkring Sisimiut er opbygget. I vil blive bekendt med de værktøjer en geolog bruger i sit feltarbejde, og i skal selv prøve kræfter med dem. I 2-5 personers grupper, vil vi begive os ud i fjeldet og gå på opdagelse efter spændende geologiske fænomener og mineraler. Der indsamles relevante prøver og observationer noteres og fotograferes. Efter to ugers felt- og laboratoriearbejde, udarbejdes der en skriftlig opgave omkring de indsamlede data og observationer. Den skriftlige opgave skal udarbejdes som en poster (plakat), samt præsenteres med en kort mundtlig fremlæggelse af de enkelte gruppers arbejde.

### *Posterpræsentation*

En posterpræsentation, er en skriftlig fremstilling af data. Med en poster vil man gerne videregive sine data til andre personer. En poster giver et stort overblik over data, som både præsenteres i form af tekst og billeder. En poster kan bl.a. indeholde følgende elementer:

- Titel/overskrift
- Billede af vedkommende der har udarbejdet posteren
- Billeder af data
- Beskrivende billedtekst

En poster kan have mange forskellige designs. Det er helt op til jer at vælge det design, i føler bedst præsenterer gruppens data. Posterne kommer til at hænge rundt om på skolens opslagstavler. Et hint til en god poster er, at der ikke skal være for megen tekst. Så bliver læserne døsig og i vil se folk stå og sove rundt omkring på skolen ☺

Omkring permafrostøvelsen, er det bedst hvis eleverne arbejder i grupper. De skal selvstændigt kunne læse øvelsesvejledningen og til dels også bruge instrumenterne.

### **Placering af forløbet/emnet:**

Forløbet placeres så tidligt som muligt, mens der stadig er snefrit på fjeldet.

## 2) Mineralogi og malmforekomster

- Identificere og i faglige termer kunne beskrive udvalgte bjergartsdannende hovedmineraller.
- Fagligt forstå forskellen på de forskellige typer af hårde bjergarter.
- Genkende forekomst af malm og malmindikationer.
- Vurdere en udvalgt geologisk enheds udseende og størrelse i grove mål.

### Mål:

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

## 2) Mineralogi og malmforekomster

- Basis mineralogi, genkendelse, beskrivelse og brugen af mineraler.
- Beskrive udvalgte håndstykker og mineraler.
- Relevante analysemetoder i felten og laboratoriet.

## 8) Prospektering

- Relevante redskaber og vurderingsanalyser.
- Råstofvurdering og udvinding.
- Miljølovgivning, ergonomi og sikkerhed ved arbejde.

### Baggrund:

Jordskorpen og kappen består af bjergarter, som er faste, sammenhængende materialer, dannet af sammenvoksede mineralkorn. Bjergarter inddeles efter deres dannelse og mineralsammensætning. Mineraler er faste uorganiske grundstoffer med en bestemt kemisk sammensætning. Mineralers ioner og atomer er arrangeret i et karakteristisk tredimensionelt krystalgitter. Der kendes omkring 4.000 mineraler, men kun få er karakteriseret som de bjergartsdannende hovedmineraller. Disse hovedmineraller er kvarts, feldspat, pyroxen, amfibol, glimmer, olivin og magnetit. Disse mineraler udgør størstedelen af de metamorfoserede gnejsjer i Grønland.

Langt størstedelen af Vestgrønland udgøres af det prækambriske grundfjeldsskjold, der domineres af lyse foldede gnejsiske bjergarter med bånd og indeslutninger af andre bjergartstyper, som f.eks. malme og mineraliseringer.

### Beskrivelse:

Dette emne kan, og foreslås at køre parallelt med Grønlands geologi. Den tidligere beskrevne felttur lægger klart op til at viderestudere og de fundne gnejsjer, intrusioner og mineraler. Eleverne vil helt sikkert blive fascineret af mineraler som glimmer og granat. Især granat, da det er et kendt smykkemineral.

Mineraler fascinerer alle, og på Sanilin findes en flot mineralsamling. Denne bør tages i brug ved mineralogi- og malmundervisningen. Inddrag vigtige malme og mineraler i undervisningen. Lad eleverne se og røre ved materialerne. Før eleverne ind i mineralernes verden ved hjælp af stensamlingens krystaller suppleret med billeder af krystalgitter etc.

De indsamlede prøver fra feltturen bringes under mikroskop og nærstudies. Eleverne skal fotografere og redegøre i en kort note for de forskellige bjergarter og deres mineralsammensætning. Mineralerne testes for hårdhed og stregfarve, således de kan genkende og vurdere en udvalgt geologisk enheds udseende og størrelse i grove mål.

**Litteratur/links til forløbet:**

*Grønlands geologiske udvikling* af Niels Henriksen  
*Prospektering for amatører* af Bjarne Ljungdahl  
*Naturgeografi - Jorden og mennesket* af Geografforlaget

**Formidlingsdelen:**

Dette kunne være en af de større opgaver der skal laves ifølge bekendtgørelsen.

**Varighed:**

15-20 lektioner

**Arbejdsform:**

Gruppearbejde

**Ressourcer:**

Geologisk udstyr som; hammer, lup, magnet, kniv, papir og blyant samt kamera. Laboratorieudstyr som mikroskop og porcelænsplade til karakterisering af stregfarve. Stensamling.

**Evaluerings:**

En kort test med konkrete spørgsmål om mineraler og bjergarter er en god evalueringsform.

**Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Noter vigtigheden i at lade eleverne gå på opdagelse i mineralernes verden. Der vil komme mange spørgsmål omkring hvad det er de ser i f.eks. lup og mikroskop. Her er det vigtigt ikke blot at svare, men spørge ind til hvad eleven ser, hvilken farve, glans osv. På den måde tvinges eleven til selv at analysere prøven.

Størstedelen af geologiundervisningen kører som gruppearbejde, så med en test kan den enkelte elevs viden nemmere evalueres.

**Erhvervslivet:**

Der lægges op til at forløbet kan koordineres med mineskolens personale, som har stort kendskab til malme og mineraliseringer i Grønland.



### 3) Sedimentologi og olie

- Kende forskel på et sediment og en hård bjergart.
- Beskrive et sediment ud fra dets tekstur.
- Kende til analyse- og udvindingsmetoder.
- Kortvarigt vurdere et givent sediments mulighed for og udnyttelse af råstoffer som olie og gas.

#### Mål:

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

### 3) Sedimentologi og olie

- Relevant sedimentologilære og petroleumsgeologi.
- Dannelse, efterforskning og udvindelse af olie og gas.
- Geofysisk efterforskning.
- Relevante metoder til efterforskning og udvindelse.

### 6) Miljøteknik

- Miljø- og geoteknik.
- Miljø- og materialelære.
- Metoder til vurdering af miljøbelastning.
- Lokal kultur- og miljøhistorie.

#### Baggrund:

Et sediment er det produkt efterladt af erosion og forvitring af andre bjergarter. Der findes både løse og sammensatte sedimenter. Om et sedimentet er løst eller bliver sammensat, kommer an på om sedimentet gennemgår omdannelse (diagenese). Sammensatte sedimenter har været igennem en kompliceret proces med reaktioner mellem sedimentets porevand og partikler. Partiklerne sammenbindes af mineraler, oftest kvarts.

Sedimenter klassificeres på deres udseende. Det værende lithologi, tekstur, strukturer, farve oa. Et sediments tekstur refererer til udseendet af kornene, i særdeleshed deres størrelse og hvordan de er arrangeret i forhold til hinanden gennem sedimentlagene.

Jordens geologiske ressourcer omfatter samtlige forekomster af mineralske råstoffer, dvs. bjergarter der indeholder værdifulde grundstoffer og mineraler i så høje koncentrationer, at det er økonomisk rentabelt at udvinde dem. Olie og gas er ligesom kul såkaldte fossile brændstoffer dannet af organisk materiale, der er aflejret sammen med sedimenter for mange millioner år siden. I modsætning til kul er olie og gas mobile stoffer, der sjældent findes samme sted, som de er opstået. De er lettere end de omgivende sedimenter og vil derfor søge opad i lagserien, og da de også kan bevæge sig sideværts mod ringere tryk, kan de i nogle tilfælde nå mere end 100 km. Væk fra deres dannelsessted. Hvis de mobile stoffer når frem til et sted i jordskorpen, der består af bjergarter med mange porer eller sprækker, kan de optages i hulrummene i disse bjergarter, der så danner en reservoirbjergart for olien eller gassen. Såfremt et sådant reservoir er forseglet med en overliggende lagserie af bjergarter, som gassen eller olien ikke kan trænge igennem, spærres de mobile stoffer inde og derved opstår en forekomst, der eventuelt kan udnyttes.

**Beskrivelse:**

Tilgangen til undervisningen i sedimentologi og olie kan indledes med et lærerstyret oplæg om generel sedimentologi, hvad er et sediment, hvor findes sedimenter og hvordan ser de ud i forhold til hårde bjergarter som f.eks. gnejs. Bring eksempler fra stensamlingen ind i undervisningen. Tag evt. nogle af de gnejsprøver eleverne har indsamlet i fjeldet, knus dem mellem hænderne og fortæl at erosionsprocessen er i gang. Det at gnejsen smuldrer, er netop et udtryk for erosion og forvitring. Lad det sandede smuldrede produkt ligge på bordet og spørg ind til hvad der er sket med den hårde bjergart. Eleverne vil formentlig begejstret sige at det blev til løst sand. Det er undervisning der er til at se og føle på.

Til analyse af et sediments tekstur og kornstørrelsesfordeling, bør eleverne gennemgå en sigteanalyse med en given portion prøve. Del eleverne op i grupper og send dem udenfor for at indsamle en sedimentprøve, som de skal analysere på. Sigteanalysens fremgangsmetode er beskrevet nedenfor:

# Sigteanalyse - jordens kornstørrelsesfordeling

## Teori

I mange sammenhænge er det vigtigt at vide noget om jordens kornstørrelsesfordeling. Det gælder bl.a., når der skal bygges huse eller veje, men også i landbrugsmæssig sammenhæng er det vigtigt at kende jordens kornstørrelsesfordeling.

Kornstørrelsesfordelingen fortæller dels noget om jordbundens dannelse, men også om jordens evne til eksempelvis at holde på vand og næringsstoffer.

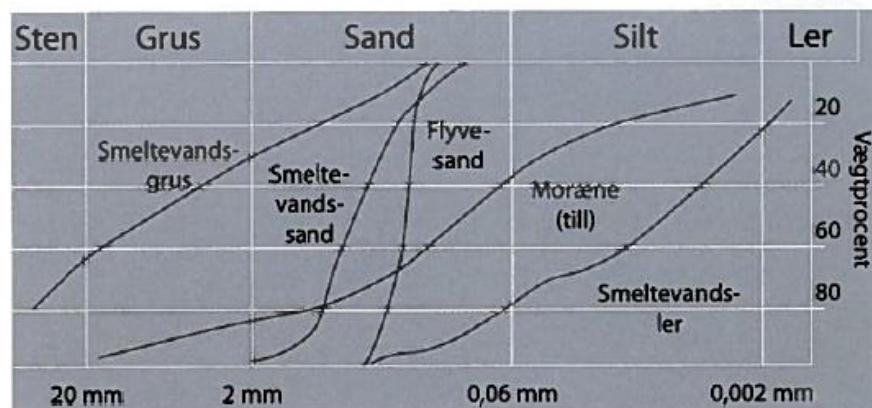
## Materialer

- Jordprøve - undgå at få for mange rødder e.l. med
- Varmeskab 100-120 °C
- Bægerglas
- Vægt - målenøjagtighed 0,1 g
- Vejepapir
- Sigtesæt
- Pensel til rengøring af sigterne
- Skema til notering af resultaterne
- Enkeltlogaritmisk papir eller TI-Interactive e.l.

## Fremgangsmåde

1. Vej jordprøven. Noter resultatet
2. Stil et bægerglas med jordprøven i varmeskabet ved 110-120 °C i ca. 1 døgn
3. Vej atter jordprøven - den betegnes nu som vandfri. Noter resultatet
4. Beregn fugtighedsprocenten: Divider vægttabet med prøvens oprindelige vægt, gang med 100, og du har fugtighedsprocenten  
Eksempel: Udgangspunktet (den fugtige jord) vejer 100g. Vægttabet viser, at prøven indeholdt 10 g vand - dvs. et vandindhold på 10 %
5. Saml sigterne korrekt og hæld den vandfrie jordprøve i den øverste sigte
6. Ryst i 5-10 minutter - tjek undervejs om det er rystet godt nok
7. Vej hver sigtefraktion - noter resultaterne
8. Beregn vægtprocenten for hver fraktion
9. Beregn de kumulative vægtprocenter
10. Plot de kumulative vægtprocenter som funktion af kornstørrelsen - brug evt. Excel

Eksempler på strukturen af forskellige jordbunde



Blokke		> 200 mm
Sten		20-200 mm
Grus		2-20 mm
Sand	Groft sand 0,5-2 mm	0,06-2 mm
	Mellemfint sand 0,25-0,5 mm	
	Fint sand 0,06-0,25 mm	
Silt		2-60 µm
Ler		< 2 µm

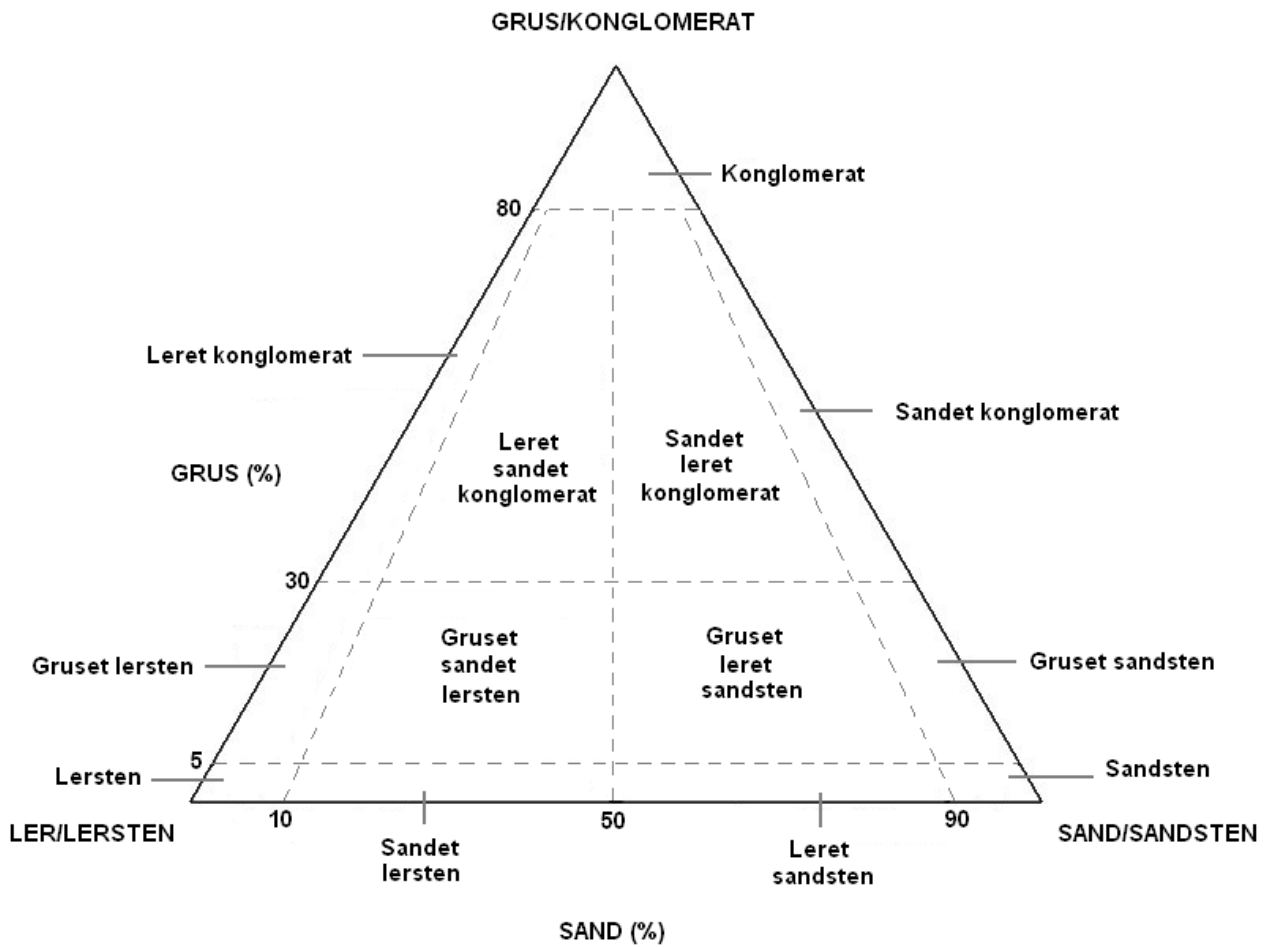
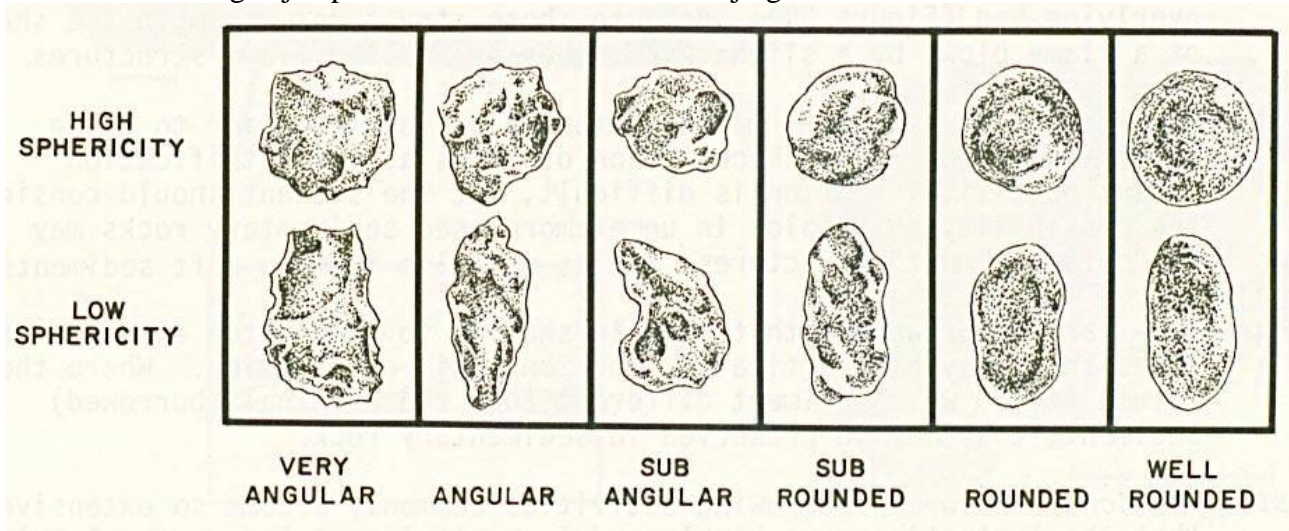
Kornstørrelse	Wentworth skala
> 256 mm	Blokke
64-256 mm	Sten
32-64 mm	Grus
16-32 mm	
8-16 mm	
4-8 mm	
2-4 mm	
1-2 mm	
0,5-1 mm	Sand
0,25-0,5 mm	
125-250 µm	
62,5-125 µm	
3,9-62,5 µm	Silt
< 3,9 µm	Ler
< 1 µm	Kolloider

## VEJESKEMA

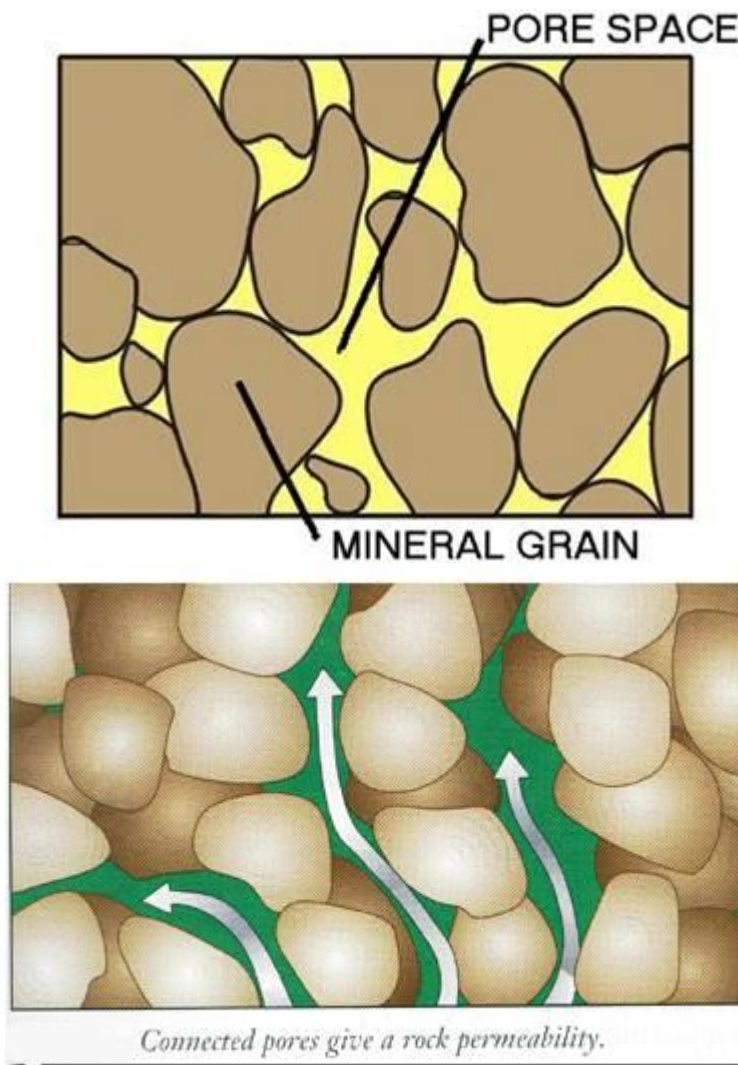
Lokalitetens navn		Grav nr.
Prove	GPS-kordinater	Dybde
		cm
For vaskning	> 2 mm	Efter vaskning
g	g	g
g	g	g
g	g(b)	g(c)
Dispergering	< 0,053	Efter håndsigtning
g	g(b)	g
g	g(c)	g
g(d)	g	g(e)
heraf %		
Til sigtning	(d) +	(e) =

Sigtediameter mm	glas g	glas + jord g	jord g	%	Kumulativ %
8,000					
4,000					
2,000					
1,410					
1,000					
0,707					
0,500					
0,354					
0,250					
0,177					
0,125					
0,088					
0,063					
0,053					
< 0,053					
I alt					
Fejl	%				

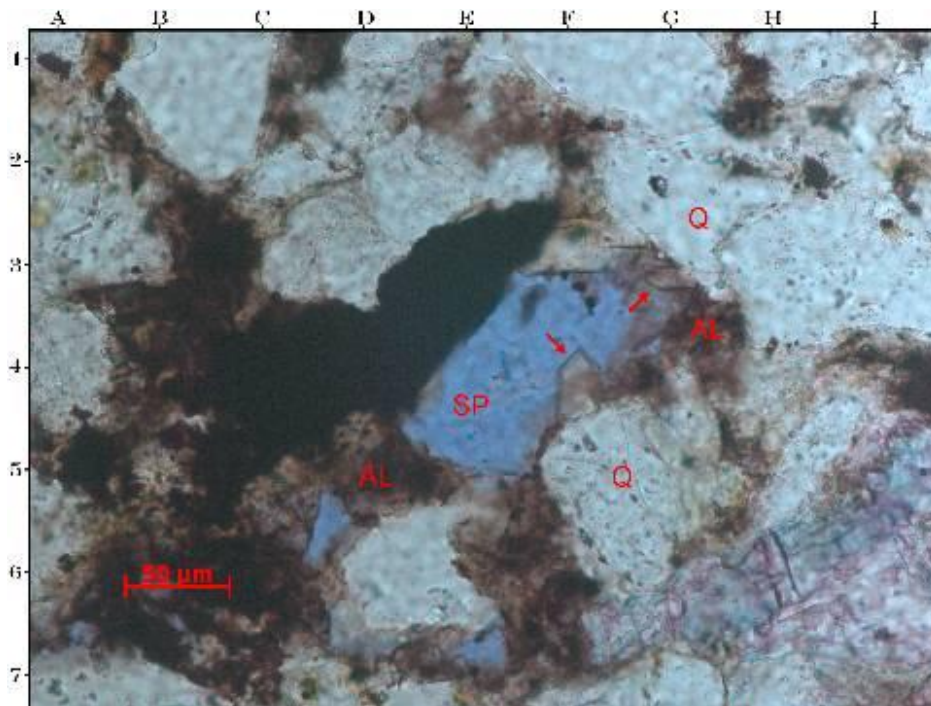
Tilsammen med nedenstående klassifikationsfigurer får eleverne et godt indblik i hvordan man kigger med videnskabelige øjne på et sediment kontra en hård bjergart:



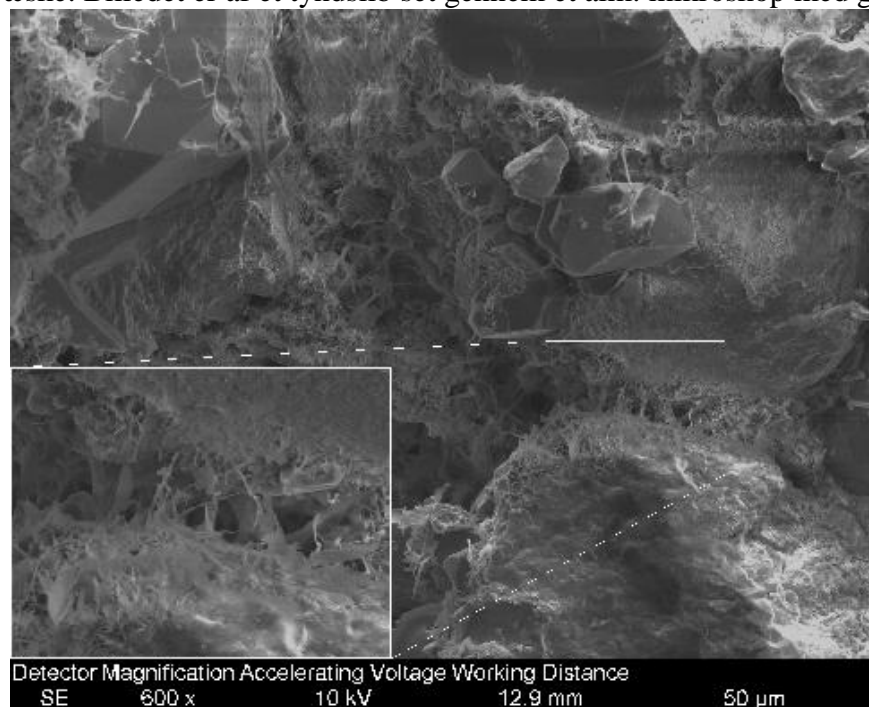
Når man snakker om sediment og olieforekomster, er det vigtigt at komme ind på sedimentets porøsitet og permeabilitet. Et godt eksempel kan være en gammeldags tavlesvamp, som skal forestille at være et fast sediment i undergrunden. Lad en elev hælde vand på tavlesvampen og få klassen til at fortælle hvad der skete med vandet. Meget af vandet vil blive suget ind i svampens hulrum, mens det overskydende vand vil sive gennem svampen og forlade svampen for neden. Dermed er en kort illustration på porøsitet og permeabilitet opnået. Fortæl dernæst teorien bag sandstensporøsiteter og permeabiliteter i forhold til andre flygtige elementer som olie og gas. Til illustration kan følgende figurer bruges:



Sedimenters porer kan være flotte at se på gennem et Scanning Elektron Mikroskop (SEM), hvilket skolen dog ikke råder over. Men det opfordres til at søge efter SEMbilleder på nettet. Disse nedenstående billeder er brugt til tidligere undervisning:



Billedet viser en pore (SP) mellem kvartskorn (Q) og lermineraller (AL). Poren er blå da sandstensprøven er indstøbt med blå epoxylim. Ved pilene ses kvartsudfældningen, som resultat af en overmættet porevæske. Billedet er af et tyndslib set gennem et alm. mikroskop med gennemgående lys.



Billedet er taget med SEM. Billedet viser et tillukket poresystem mellem kvartskorn. Det fibrøse tillukkende mineral er illit. Permeabiliteten er her næsten lig med nul, og det vil ikke være muligt for olie at flyde gennem sandstenen. Porenes netværk skal være sammenhængende før olie kan flyde gennem en sandsten.

Forslag, som dog endnu ikke er gennemført:

På skolen eksisterer der geofysisk udstyr, som kan inddrages ved undervisning omkring geoelektriske målinger. Der kan muligvis opstilles et simpelt forsøg indendørs med forskellige jordlag som skal illustrere de lag der skal undersøges ved olie- og gasefterforskningen. Kontakt personalet på Artek omkring dette udstyr.

**Litteratur/links til forløbet:**

*Grønlands geologiske udvikling* af Niels Henriksen

*Danmarks jordbund-passer vi på den?* af Videntcenter for jordbundsforurening

<http://www.dnatube.com/video/1609/geophysics-marine-acquisition-seismic-geology>

<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>

<http://www.maersk.com/Pages/default.aspx>

**Formidlingsdelen:**

Dette kunne være en af de større opgaver der skal laves ifølge bekendtgørelsen.

**Varighed:**

40-60 lektioner

**Arbejdsform:**

Gruppearbejde

**Ressourcer:**

Sigtemaskine, mikroskop, lup, millimeterpapir til sigteanalyseresultater, tavlesvamp oa.

**Evaluering:**

Evaluering kunne være en test eller en skriftlig rapport.

**Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Elevgruppernes indsamlede sedimentprøver bør være med forskellige kornstørrelser. Der bør være prøver med rent sand, måske en silt/ler prøve, og prøver med blandet indhold af silt, sand, grus og sten. Hvis eleverne ikke selv får disse indsamlet, bør de styres hen et sted hvor der er mulighed for at indsamle de forskellige prøver. Hvis sneen har lagt sig, så sørg for at have prøverne liggende klar i laboratoriet inden semesterstart.

Forløbet er kørt temmelig lærerstyret, men det kunne også overvejes at køre mere elev- og projektorienteret. Mange elever er rigtig gode til at søge informationer på internettet, så der kunne lægges op til en videnskabelig debat omkring olieindustrien, i det omfang der nu er muligt. Der er mulighed for at inddrage personer fra f.eks. mineskolen, Greenpeace oa. fra erhvervslivet. En åben debat eller elevforedrag og efterfølgende diskussioner omkring olieudvinding kunne være en god teknik til at få eleverne på banen.

**Erhvervslivet:**

Det er oplagt at kontakte mineskolen, Greenpeace og råstofministeriet, evt. indhente olierelaterede nyheder og arbejdskort fra olieselskaber. Artek kan inddrages mht. udstyr og geofysiske målinger.



**Placering af forløbet/emnet:**

Placeringen er underordnet, vær dog opmærksom på at have de nødvendige prøver og remedier til rådighed. Da forløbet ikke som sådan indeholder feltture, kan det gennemføres i vinterperioden.

**4) Planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering**

- *Vælge, begrunde og anvende relevante analysemetoder og udstyr både i felten og i laboratoriet*
- *Udføre målinger og registreringer, samt vurdere resultaternes nøjagtighed.*
- *Kunne redegøre for måleudstyrets funktion, samt justere og kalibrere udstyr og apparatur.*
- *Kunne planlægge og gennemføre simpelt feltarbejde og ekskursioner med overnatning.*

**Mål:**

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

**4) Planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering**

- *Fysiske og mikrogeologiske analysemetoder.*
- *Relevant apparatteknik.*
- *Valideringsmetoder.*
- *Planlægning og udførelse af feltarbejde.*
- *Herunder indsamling og registrering af data i felten.*

**Baggrund:**

Alt arbejde inden for efterforskning bunder i formodninger, der styrkes af konkret viden og data. Derfor er det vigtigt for eleverne, at være bekendt med det arbejde, der ofte ligger bag rådgivere og embedsmænds aktiviteter. Det er væsentligt at eleverne her forstår, at teori meget let kan kobles med praktik, men at det netop er denne kobling, der er meget vanskelig. Da hele verden ikke kan analyseres, må analyserne udføres i et muligt omfang, hvorfra mest mulig viden samles ud fra en begrænset mængde data og prøver.

**Beskrivelse:**

På baggrund af det årstidsmæssigt mulige, de tilgængelige faglige lærerressourcer og elevernes interesse tages udgangspunkt i en given faglig tekniske opgave, der vil give et resultat. Det kunne være kortlægning af sedimentære forhold på en given lokalitet, overfladekortlægning af et områdes bjergarter, sammenligning af forskellige mineraler i mikroskop eller vurdere en given bjergarts udvindingsmulighed for f.eks. mineraler som granat. Fælles for disse forskellige forslag er, at de indeholder en til to vigtige analysemetoder, apparatteknik, prøvetagning, prøvebehandling og generering af et større datagrundlag, der kan give mulighed for tolkning og kortlægning.

Undervisningen startes med at eleverne får en kort introduktion til apparater, prøvetagningsudstyr, og analyse metoder. Introduktionen skal være generel og overlade det egentlige arbejde til eleverne med at finde ud af hvordan det virker og hvad der skal til at bruge det. Dernæst gives en stribe eksempler på gennemførte analyser fra det virkelige liv. Det kunne være kommunen, Selvstyret, Rambøll, Center for Arktisk Teknologi eller lignende. Eleverne inddeles nu i grupper og vælger et emne, som de finder interessant og som læreren mener, kan give tilstrækkelig med data til analyse.

Disse projekter egner sig godt til feltarbejde på eksklusioner, hvor eleverne er af sted i flere dage, så der er tid til at arbejde med mange aspekter af kortlægningen, herunder for eksempel landmåling. Det er også en mulighed at lade hele klassen arbejde med det samme, hvilket kan give rigtigt mange data for det samme område. Hvis 10 grupper hver laver 6-8 prøver, så har hele klassen tilsammen 60-80 datasæt at analysere på. Det er væsentligt at fokusere på det faktum, at flere prøver giver mere sikre resultater, og at gentagne analyser af samme prøve kan verificere lødigheden af analysemetoden. Normalt skal en analyse kunne gentages tre gange med nogenlunde samme resultat.

**Produkt:**

Produktet vil her være en færdig kortlægning med en tilhørende rapport fra hver gruppe.

Eksempler:

- 1) Et sedimentært område udpeges, der lægges et net af prøvepunkter på et 25 m x 25 m stort areal med 5 m i mellem hver linje. Det giver 36 punkter. Der udtages prøver i 0 m, 0,5 m og 1 m, hvilket giver 108 prøver. Det vil givetvis ikke være muligt alle steder pga. sten. Prøverne hjembringes og de sigtes og der tegnes kornkurver (sigteanalyse er tidligere beskrevet i afsnit 3 sedimentologi og olie). Der kan nu tegnes et 3D billede af undergrunden. Der kan tales om: porøsitet, vandindhold, vandgennemstrømning og forureningsspredning, sedimentets oprindelse, istid oa.
- 2) Ligeledes kan et magmatisk/metamorft område med hårde bjergarter udpeges. Der lægges net ud og der undersøges for mineralforekomster og åredannelse. Hvis det er muligt tages det bjergartsprøver til analyse under mikroskop. Der kan nu tegnes et 3D billede af undergrunden. Der kan tales om: mineraliseringer, intrusioner, områdets geologiske historie og potentialet for økonomisk at udvinde råstoffer fra det givne område.

**Formidlingsdelen:**

Det er her eleverne skal lære at lave deres tekniske rapporter. Det anbefales, at disse undersøgelser afsluttes med et stor rapport, men kan fremlægges sammen med apparatkendskabet og analysemetoder. Det kan desuden anbefales at fremlæggelserne sker for et andet publikum end læreren og klassen. Brug eventuelt de andre elever på skolen.

**Varighed:**

40-50 lektioner.

**Arbejdsform:**

Det anbefales at grupperne arbejder sammen, men at rapporterne afleveres individuelt eller i 2 personers grupper. Det er nyttigt at lade eleverne fremlægge mellemresultater undervejs for hinanden og lade dem læse hinandens rapport afsnit. Det kræver hård planlægning, men det belønner sig til sidst i bedre resultater. Individuelle procesrapporter er godt i denne sammenhæng.

**Ressourcer:**

Almindeligt laboratorieudstyr, herunder mikroskoper, lup, geologhammer, poser til prøver osv.

**Evaluerig:**

Elevernes rapporter skal danne grundlag for en karakter og en mundtlig evaluering af arbejdet.

### **Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Det anbefales, at dansklæreren inddrages i rapportskrivningen og at rapportskrivningen generelt bygger på de principper som lærerne på uddannelsen har fastlagt. Brug meget tid på litteraturhenvisninger og litteraturlisten, samt diskussionsafsnittet og konklusionen.

### **Erhvervslivet:**

Det vil være naturligt at inddrage for eksempel forskere fra Center for Arktisk Teknologi,

### **Placering af forløbet/emnet:**

Dette forløb bør ligge tidligt på skoleåret, så det kan gennemføres inden udgangen af september. Sne og is vil og kan vanskeliggøre en del af arbejdet.

## **Valgtemaer**

### **5) Sikkerhed**

- *Grundlæggende kendskab til førstehjælp under Arktiske forhold.*
- *Evt. et førstehjælpskursus.*
- *Grundlæggende kendskab til brug af landkort og kompas.*
- *Herunder tage højde for misvisning og kunne gå fra kort til terræn og omvendt.*
- *Grundlæggende kendskab til brug af elektroniske og visuelle/akustiske sikkerhedsmidler.*
  - *Eks. GPS, satellittelefon, VHF radio, signalerings midler*
- *Grundlæggende kendskab til brandbekæmpelse*

### **Mål:**

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

### **5) Sikkerhed**

- *Første hjælp med fokus på arktiske forhold.*
- *Kortlære, kompas og misvisning.*
  - *Herunder brug af GPS.*
- *Signalerings midler.*
- *Behandling af brændstoffer og brandbekæmpelse af små brande.*
  - *F.eks. brand i brændstoffer (trangia, primus, væltet petroleum osv.).*

### **Baggrund:**

Den grønlandske natur skal undersøges udenfor! Dette kræver ofte at man kan begå sig sikkert i fjeldet, samt tilkalde hjælp hvis uheldet er ude. Den grønlandske kultur er tæt forbundet med naturen, men man oplever bare ikke altid at vores elever har kompetencerne til at begå sig sikkert i fjeldet. Så derfor er der behov for, at de lærer om de sikkerhedsforanstaltninger, der bør være på plads inden man drager ud i naturen. Her tænkes der både på elevernes feltaktiviteter i skolen, men også deres fritidsaktiviteter og evt. senere arbejde.

Det er vigtigt at elever ved, hvordan de skal begå sig i fjeldet og lave mad, inden der tages på en overnatningstur. Det er oplagt at lave dette forløb med en certificeret underviser i første hjælp evt. en brandmand. Herved kan eleverne også få et førstehjælpsbevis og et brandslukningskursus. Dele af dette valgtema kunne også indgå på en egentlig felttur eller overnatningstur i nærområdet.

### **Beskrivelse:**

Nogle små workshops der evt. afsluttes med en overnatningstur eller vandretur i området. Den afsluttende tur kunne evt. laves som et opgaveløb, hvor eleverne i grupper vandre ude i naturen. Ved forskellige koordinater møder de forskellige opgaver inden for pensum!

1. Workshop kunne være et kursus i arktisk førstehjælp evt. dele heraf.
2. Workshop i kort, kompas og GPS. Kunne udføres som lidt teori efterfulgt af opgaver og et o-løb.
3. Workshop i signalerings midler. Det er oplagt at bruge en fanger/skipper til denne del.
4. Workshop i brug af kogegrej (primus) og åben ild, samt slukning af småbrænde. Selve slukningsdelen er oplagt at lave på en brandstation – HUSK slukningsarbejdet skal være med simple midler.

### **Litteratur/links til forløbet:**

Førstehjælp

Bogen: *Første hjælp under arktiske forhold* – med opgavebog af Kalallit Røde Korsiat

<http://laegehaandbogen.dk/default.aspx?document=808>

kort og kompas

<http://www.skoven-i-skolen.dk/default.asp?m=18&a=1022>

<http://www.kan-du-finde-vej.dk/>

[http://www.jaktlag.eu/viewpage.php?page\\_id=5](http://www.jaktlag.eu/viewpage.php?page_id=5)

Brandbekæmpelse

<http://www.brandforebyggelse.dk/maincat.aspx?id=506>

### **Formidlingsdelen:**

Dette er gennemførelse af overnatningsturen, vandreturen eller opgaveløbet evt. beståelse af et førstehjælpskursus. Man kunne lade eleverne stå for, at undervise de andre elever igennem et jigsawprincip. En gruppe på 4 elever skal undervise hinanden i: teltopsætning, brug af kompas og kort, tænding af brænder (f.eks. koge vand), brug af åben ild og slukning heraf. Hver elev har et ansvarsområde, og på skift er de elev og underviser. God måde at lave elevaktivitet på og få frie hænder.

### **Varighed:**

50 - 60 lektioner

### **Arbejdsform:**

Individuelt og gruppearbejde.

### **Ressourcer:**

Almindeligt feltudstyr; kompas, kort, GPS, brænder, telte, førstehjælpsudstyr, VHF radio gerne håndholdt osv.

**Evaluering:**

Underviseren evaluerer løbende de små workshops. Hvis der er tale om egentlig kursus, er det underviserne der sammen evaluerer eleverne.

**Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Det er oplagt at inddrage eleverne i dette emne, der er altid nogle friluftselever, som ved alt det her på forhånd. Inddrag disse elever som undervisere og gør brug af deres viden. Måske har de en far/bedstefar der er fisker, brandmand eller lignende, der også kan bruges som ekspert!

**Erhvervslivet:**

Inddrag de aktører der arbejder med sikkerhed i lokalområdet. Dette er ofte brandstationen og politiet.

**Placering af forløbet/emnet:**

Dette forløb kan både ligge om sommeren og vinteren – Det er dog oplagt at dele her af ligger før en evt. felttur!

**6) Miljøteknik**

- *Beskrive og analysere en miljøpåvirkning.*
- *Udarbejde en miljøteknisk analyse og eventuel løsning.*
- *Afprøve denne eller dele deraf og vurdere de miljømæssige konsekvenser.*

**Mål:**

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

**4) Planlægning, analysemetoder og kvalitetsvurdering**

- *Fysiske og mikrogeologiske analysemetoder.*
- *Relevant apparatteknik.*
- *Valideringsmetoder.*
- *Planlægning og udførelse af feltarbejde.*
- *Herunder indsamling og registrering af data i felten.*

**6) Miljøteknik**

- *Miljø- og geoteknik.*
- *Miljø- og materialelære.*
- *Metoder til vurdering af miljøbelastning.*
- *Lokal kultur- og miljøhistorie.*

**Baggrund:**

Ved gennemgangen af nøgletema 4 er beskrevet en stribe eksempler på kortlægninger og dataindsamlinger. Ved konstatering af jordbundsforurening er det blandt andet disse metoder, der skal anvendes. Med udgangspunkt i en eventuel jordbundsforurening, hvor en PAH eller POP er lækket, vil en analyse svarende til den i eksempel 1 kunne bruges til at bestemme plumens udbredelse og koncentration, samt bevægelsesretning.

Derudover vil stoffets fysiske egenskaber i forhold til vand i jorden kunne undersøges og beskrives. Følgende er et projekt taget op som eksempel for undervisningen.

Vandforurening er et stigende problem og i Grønland, hvor spildevandet ikke renses vil det være nærliggende at tage fat på det som en problemstilling. Der kan opstilles mange forskellige illustrative forsøg og det er muligt både kemisk og fysisk at måle flere forskellige stoffer i vandet.

**Beskrivelse:**

Der tages udgangspunkt i den nuværende situation i Grønland indenfor spildevandshåndtering. Afledning i kloak, tanksystemer og direkte udledning af gråt spildevand. Der undervises i forskellen på spildevand, det almindelige indhold i spildevandet, PE (personækvivalenten) og spildvandsrensning. Det vil være en god ide, at lade eleverne bruge danske spildevandsbehandlingsanlægs hjemmesider, der indeholder særdeles gode og pædagogiske tegnefilm til forklaring af systemet. Særligt fordi eleverne ikke har nogen viden om spildevand, men også fordi spildevandsbehandling er et ukendt begreb i grønlandske sammenhænge. Dernæst kan gennemføres forskellige forsøg med kunstigt fremstillet spildevand, hvor eleverne laver deres eget system i laboratoriet med fysisk rensning, kemisk rensning og biologisk rensning. Lad eleverne eksperimentere og se hvad der kommer ud af det og lad dem forklare virkning og årsag. Inddrag igen de forskellige jordes muligheder for at væske bevæger sig gennem poresystemet. Inddrag diskussionen om de forskellige jordtypers porøsiteter og permeabiliteter.

**Produkt:**

Produktet vil da være opsætning af et rensningsanlæg med tilhørende logbog/journalføring, samt analyse af data fra forsøgsopstillingen.

**Formidlingsdelen:**

Der vil være tale om aflevering af en logbog/journal, men projektet kan altid præsenteres i klassen eller for andre klasser.

**Varighed:**

30-35 lektioner.

**Arbejdsform:**

Det anbefales, at der arbejdes i grupper af 2-3 personer.

**Ressourcer:**

Der skal være planter til rådighed enten fra naturen, hvis årstidens kan tillade det ellers må der i god tid inden opstart dyrkes planter.

**Evaluerings:**

Temaet afsluttes med en rapport eventuelt udformet som en journal, der satser mere på beskrivelser af det gennemførte end på det teoretiske. Grunden til dette skulle da være, at eleverne kan træne deres færdigheder i arbejdsbeskrivelser, resultatdannelse og dataindsamling.

**Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Der er mange fagtermer, der bør bruges tid på at sikre en klar forståelse af. Således er forskellen mellem gråt og sort spildevand ikke nødvendigvis åbenlys for eleverne. Projekterne er til gengæld gode for de knapt så bogligt stærke elever, da der er en del praktisk arbejde og monitorering.

**Erhvervslivet:**

Det vil altid være spændende at tage en rør lægger eller en fagperson fra kommunen og lade dem give et kort oplæg eller en rundvisning i byen af Chokoladefabrikken, Spejdersøen eller afløbet bag sygehuset.

**Placering af forløbet/emnet:**

Projektet er et godt indendørsprojekt, da kunstigt lys kan holde planterne i gang.

**7) Palæontologi**

- *Identificere udvalgte fossiler.*
- *Navngive og relativt aldersbestemme et givent fossil.*
- *Sammenligne fossilgrupper og udviklingshistorie på et lokalt og globalt plan.*

**Mål:**

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

**7) Palæontologi**

- *Fossilidentifikation.*
- *Faunalære.*
- *Udvikling gennem tiderne og masseuddøen.*
- *Relevant perspektivering.*

**Baggrund:**

Solsystemet og dermed jorden har en alder på ca. 4,6 milliarder år. Indtil omkring 1950 var de ældste kendte fossiler ca. 543 mio. år gamle. Man antog derfor, at jorden i de første fire milliarder år havde været en død planet. Senere er der dukket mange ældre spor efter liv frem. I dag ved man, at jorden har rummet liv i 90 % af dens eksistens.

De tidligste forekomster af levende organismer på jorden har været ganske små bakterier og encellede organismer. De forgrenede sig og udviklede sig til flercellede planter og dyr. Netop for ca. 543 mio. år siden tog livet en markant omdrejning, dyrene begyndte at danne skelet. For at udviklingen kunne komme så vidt, har det været nødvendigt at have en atmosfære bestående af bl.a. ilt og vand. Graden af iltmætningen i atmosfæren er en begrænsende faktor for udbredelsen og størrelsen af de enkelte dyregrupper.

**Beskrivelse:**

Det er fortidens skeletdannende dyr, der i dag findes som fossiler i de sedimentære lag. De sedimentære lagpakker i området omkring Sisimiut er begrænsede til at have aldre omkring de sidste istider 10-30.000 år siden.

Det gør målbeskrivelsen temmelig snæver, hvis undervisningen skal baseres på feltarbejde. Ikke desto mindre er der rig mulighed for at finde forskellige muslinger i både hel og ødelagt tilstand.

Sisimiut er præget af tektonisk landhævning siden istiderne, hvilket medfører at landet har hævet sig ca. 120 m. Det er i de 120 m. terrænhøjde at prøvetagningen og undervisningen skal finde sted. Målbeskrivelsen dækkes godt ind ved beskrivelse af fossiler aflejret i istidssedimenterne, og det er meget nærliggende at følge undervisningen op med generel sedimentologi. Veleksponerede lokaliteter er sjældne, så et stort forarbejde kan forekomme. Der vil dog her blive beskrevet en udmærket lokalitet samt nogle pragmatiske øvelser.

Lokalitet: stranden mellem lufthavnen og broen



Lokaliteten er præget af kraftigt eroderet grundfjeld og sedimentære istidsaflejringer, samt strandsedimenter der er under stadig omlejring.

Undervisningen kunne begynde med en felttur af en 6-8 lektioners varighed. Bed eleverne tage godt med tøj på, madpakke osv. Igen vigtigt at pointere for dem, at de skal være ude hele dagen, og at det kan være koldt hvis solen ikke er fremme. En god introduktion til dagen kunne gøres ved kort at fortælle om hvad der er sket i området de sidste mange tusinder af år. Herefter blev der leget ”kongens efterfølger”. Det går ud på, at læreren er kongen og eleverne er efterfølgerne. Kongen beder efterfølgerne være stille og gøre præcis som han befaler. Eleverne vil grine lidt, så giv dem et sjovt eksempel til at starte med. Derefter begynder kongens efterfølger legen, hvor eleverne trækkes med rundt i aflejringsmiljøet og forskellige geologiske elementer som; store sten, sand, elven, aflejringerne i klinten (som på billedet) oa. vises. Og hele tiden uden eleverne må stille spørgsmål. Det skal gøres langsomt så alle er med på til sidst hvad der er foregået. Derefter tages der en snak med eleverne hvor læreren spørger ind til hvad der blev observeret. Det er en ret sjov form for undervisning, som eleverne synes godt om og får meget ud af.

Fortæl om hvordan gletchere er opbygget og hvordan de bevæger sig. Inddrag det med landhævning og landsænkning alt efter om der har været gletchere til stede. Lad eleverne gætte sig frem til svarene. Der kan konstrueres forskellige remedier til illustration af hvordan en gletsjer har bragt store blokke, sten sand osv. med sig.



Følgende forsøg er en nem og sjov effekt at inddrage i undervisningen:

Lad eleverne trække et bræt, som skal forestille at være en gletsjerfront. Gletsjeren skraber mange forskellige kornstørrelser med sig og de hober sig op foran og danner en moræne. Spørg eleverne hvad der sker når istiden slutter. De vil sige at isen smelter, så vær klar med en spand fyldt med vand.



Lad vandet, gerne kraftigt, løbe over den dannede moræne, og snak om hvad der sker. Vandet sorterer sedimentet efter kornstørrelse i takt med at vandets kraft aftager med distancen til gletsjerfronten. Snak igen om hvordan landskabet på stranden ser ud, og lad eleverne beskrive det at store sten, grus og sand ligger nogenlunde adskilt. Inddrag også sandet på stranden, som der kan kigges på senere.

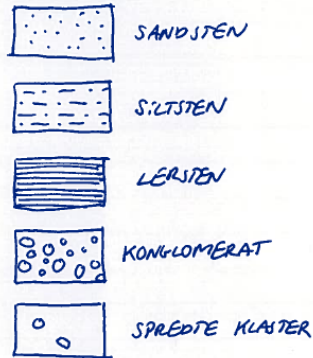


Lad eleverne gå på opdagelse i klinten. Lad dem undersøge de forskellige lag, hvoraf nogle indeholder fossile skalfragmenter. De bør grave ind i klinten så flere lag bliver blotlagt. Her kan evt. indføres hvordan man konstruerer en lithologisk log:

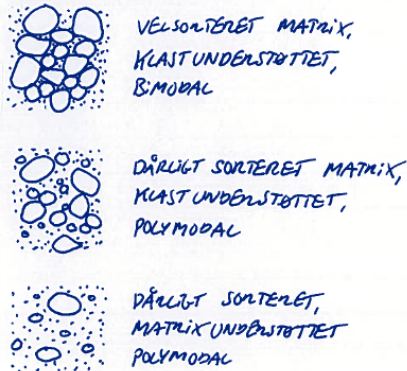


Uddel millimeterpapir og målebånd, og lad eleverne tegne en simpel lithologisk log. Den må gerne være meget præcis med hensyn til hvor tykke lagene er osv. Det er en god måde at supplere fagbekendtgørelsens mål om at kunne analysere og tolke en given enhed. Senere kan eleverne arbejde med optimering af deres log-skitser:

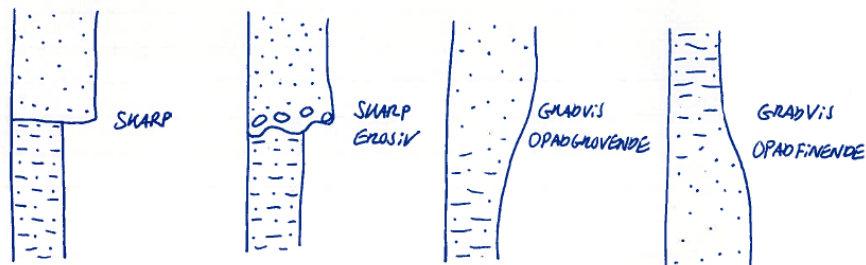
### LITOLOGI



### KORN FORDELING



### LAGGÆNSER



Indsaml forskellige fossiler, sørg for eleverne noterer sig i hvilke lag de er fundet og noter det på prøveposen. Det vil være muligt at finde fossiler i lagene på klinten, spredte søpindsvin og skaller på klipperne, samt længere oppe i fjeldet. Der er helt sikkert mulighed for at finde gode lokaliteter med blottede aflejringer længere oppe i fjeldet. Sørg for at have en skovl med. Find nogle forskellige fossiler og lær eleverne at identificere dem efter om de er muslinger, snegle, søpindsvin eller andre. Undervis om generel faunalære, så forståelsen for hvor fossilerne har levet bliver tydeliggjort.

For at afslutte feltturen på stranden er det oplagt at kigge på sandet på selve stranden. Det består af tydelige sorte finkornede sandlag og lysere mellemkornede sandlag. Medbring magneter og lad eleverne lege med de magnetiske mineraler.

Snak igen om kornstørrelser og sortering, mens i går mod elven og dens udløb i havet. Der er flotte alluviale sedimenter langs elvens, som kan studeres nærmere. I selve elven ses også tydeligt hvordan sorteringen af kornstørrelser foregår. Men bemærk at det sorte sand muligvis er tungere end det lyse, og derved giver en misvisning i sorteringsøjemed. Trods det, er det et smukt, illustrativt eksempel på alluviale aflejringer.



Det er muligt at konstruere lakprofiler med en spraylak og et stykke ostelærred. Sørg for at sedimentet er tørt, evt. medbring generator og hårtørrer. Sedimenterne er nemlig meget fugtige ved elven. Elven flytter sig relativt hurtigt, så pas på, der kan forekomme kviksand på stranden. Igen, sørg for eleverne har taget f.eks. gummistøvler med.

Temaet palæontologi lægger naturligvis op til fossile brændstoffer, og det kan derfor være givende at snakke olie- og gasudvinding fra sedimentære brændstofholdige dybhavsaflejringer. Det vil falde naturligt at snakke om erhvervs- og samfundsrettet perspektivering.

**Litteratur/links til forløbet:**

Søg på google.dk: *naturens virke i princip* og hent forskellige forsøgsbeskrivelser *Grønlands geologiske udvikling* af Niels Henriksen

**Produkt:**

Kunne være en posterfremstilling, som skulle udstilles til skue for resten af skolen. Eller en skriftlig redegørelse samt mundtligt foredrag.

**Formidlingsdelen:**

Dette kunne være en af de større opgaver der skal laves ifølge bekendtgørelsen.

**Varighed:**

30-40 lektioner

**Arbejdsform:**

Gruppearbejde

**Ressourcer:**

Plade, reb, spande, spader, geologhamre, luppe, magneter, spraylak, ostelærred oa.

**Evaluering:**

Eleverne evalueres på deres skriftlige og mundtlige fremlæggelser, karaktergivning bør følge med.

**Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Når man snakker om livets udvikling, kan religionslæreren inddrages. Visse religioner har et andet syn på livets udvikling, end den de fleste naturvidenskabelige forskere har. Det er sundt for eleverne at høre sagen fra flere sider, det er med til at danne dem og få dem til at se det hele i en større sammenhæng og perspektiv. Måske er livets oprindelse og evolution blot et spørgsmål om hvad man tror på? Især når det kommer til den menneskelige udvikling er der delte meninger. Nogle religioner mener ifølge biblen, at mennesket opstod for godt 6.000 år siden, mens naturvidenskabsmænd mere hælder til evolutionsteori og den naturlige selektion af det stærkeste individ.

I disse øvelser, er det vigtigt at lade eleverne gå på opdagelse, og stil dem derfor så mange spørgsmål som muligt. De vil komme med mange spørgsmål til hvad og hvor og hvordan og hvorledes. Dertil bør der blot svares, men hvad ser du, kunne du evt. forestille dig osv. De er gode til at opdage naturen og meget nysgerrige på at lære mere. Derfor udfordrer dem på teorien.

**Placering af forløbet/emnet:**

Placeres så vidt muligt mens der er sne og isfrit. Ved ikke hvor længe det er muligt at foretage undersøgelser på stranden, men det kommer også an på hvordan vinteren tager form år for år. Dog vil stranden formentlig være fri for sne længere tid end fjeldet pga. varmen fra havet.

**8) Prospektering**

- *Foretage en indledende vurdering af en indsamlet råstofforekomsts kvalitative og kvantitative sammensætning.*
- *Gøre rede for en råstofforekomsts chancer for at danne grundlag for råstofudvinding.*
- *Redegøre for miljølovgivning, ergonomi og sikkerhed ved arbejde.*

**Mål:**

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

**8) Prospektering**

- *Relevante redskaber og vurderingsanalyser.*
- *Råstofvurdering og udvinding.*
- *Miljølovgivning, ergonomi og sikkerhed ved arbejde.*

**Baggrund:**

Prospektorens arbejde går mange hundrede år tilbage, og til stadighed er en levevej for mange folk rundt om i verden. Prospektorarbejdet har ændret sig markant gennem tiden, fra at være eventyret med den fuldskæggede gamling med pakæsel og vandresæk, til at være en massiv industri for store professionelle virksomheder som f.eks. Mærsk, DONG og mange andre.

Mange lande har prospekteringsprogrammer kørende med ikke-professionelle deltagere. Det gælder også her i Grønland, hvor jagten på sjældne mineraler går ind hvert år. Mineraljagten hedder ujarassiorit, og der gives en større pengesum til den person der finder de mest interessante mineralforekomster.

### **Beskrivelse:**

Alle prospekteringssture starter med udvælgelse af undersøgelsesområde, samt vælge prospekteringsmetode og valg af udstyr. Der skal studeres geologiske kort, men da rejsemulighederne er begrænsede, er det begrænset til Sisimiut og måske nærliggende områder. Hold derfor et kort teoretisk oplæg om hvordan de geologiske kort er opbygget og hvad man kan se ud fra dem. Lad f.eks. eleverne selv konstruere et geologisk kort over et givent område. Hvordan et sådan kort fremstilles er beskrevet i bogen "Feltgeologi".

Til feltturen bør eleverne vælge det rigtige udstyr til prøvetagning og testning af evt. fund. Lad dem selv finde frem til muligt udstyr, og suppler dem hvis der er mangler. Lad selv eleverne planlægge deres prospekteringsstur, det kunne evt. være de skulle arbejde i grupper, som forestillede at være forskellige virksomheder der havde interesse i de Grønlandske mineralforekomster. En liste over vigtige punkter kunne være som følgende:

- Give besked til pårørende eller venner om hvor man vil hen, og hvornår der er forventet hjemkomst.
- I samråd med læreren, evt. personale fra Mineskolen, finde et passende prospekteringsområde.
- Arbejdet kan tilrettelægges, således man får indsamlet noteret området systematisk.
- Indsamlinger noteres præcist på et kort og nummereres, således der ikke sker forvekslinger.
- Der indsamles med fordel mod de geologiske materialers naturlige transportretning. På den måde findes oprindelsesstedet bedre.
- Noter diverse iagttagelser som: type bjergart, mineraler, årer, pludselige skift i bja. udseende etc.
- Iagttagelser skal foregå på friske brudflader, og evt. opkoncentrede tungsandsprøver.
- Indsamlinger af krystaller bør være siddende på moderbjergarten, hvis det er muligt.
- Hold øje med lokale regler givet af Hjemmestyret via Råstofdirektoratet.

Når det indsamlede materiale er bragt hjem til laboratoriet, om det så er værdiløst eller ej, skal prøvematerialet analyseres og vurderes kvantitativt og kvalitativt. Til f.eks. analyse af tungsand anvendes mikroskoper og kamera. Lad eleverne lægge de indsamlede prøver under mikroskopene med påfaldende lys. Her skal så noteres følgende: prøvenummer, mineralernes farve og evt. navn, samt hvor stor en procentdel de forskellige farver udgør i et tilfældigt udsnit af prøven. Derefter kan estimeres den samlede mængde af de mineraler der kunne være interessante at indsamle og evt. kunne føre til en råstofudvinding.

Nutidens fremskridt kræver flere og flere naturlige råstoffer, da samfundet er opbygget over materielle genstande. De fleste industrier skal bruge naturens ressourcer til fremstilling af div. konsumentprodukter. Mht. udvinding af geologiske råstoffer, bør emnet drejes ind på miljølovgivning, sikkerhed ved arbejde osv.



Til undervisningen i prospektering, kunne indgå simple geofysiske målinger. På skolen findes der det rette udstyr, men Artek bør nok kontaktes, da de har den rette ekspertise og erfaring med instrumenterne:

*Vertikal Elektrisk Sondering:*

### **Introduktion**

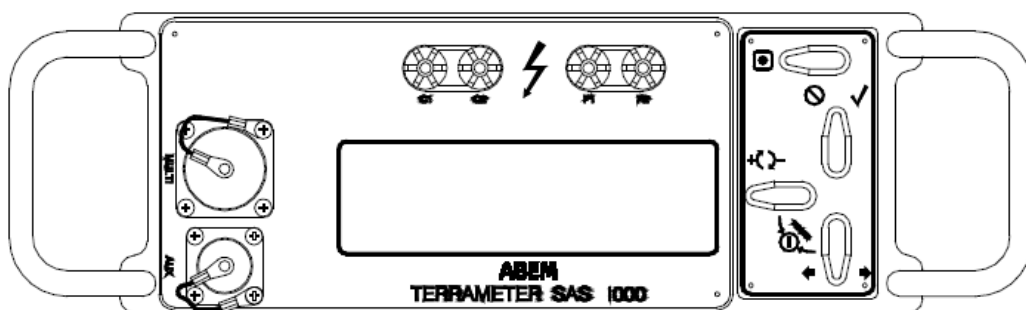
Vertikale elektriske sonderinger (eng: vertical electrical sounding, VES) benyttes til at måle jordens specifikke elektriske modstand (også kaldet resistiviteten). En VES giver oplysninger om jordens elektriske opbygning i et specifikt punkt, svarende til at man laver en boring. Blot er det ikke de lithologiske ændringer man observerer, men ændringer i elektriske egenskaber, altså resistiviteten. Ofte – men ikke altid – vil disse ændringer afspejle den geologiske lagdeling man umiddelbart observerer i en boring. Denne type af metoder, hvor man kun interesserer sig for dybdevariationen, og ikke den laterale variation, kaldes en endimensional metode. Ved tolkning af data fra VES benytter man sig af en 1D model (lagkagemodel), hvor de enkelte lag i jorden er homogene og planparallelle (antagelse).

### **Nødvendigt udstyr (minimum)**

- ABEM SAS1000 Terrameter med batteri
- 2 stk. kabeltromler med markeringer
- 4 stk. elektrodespyd
- 1 centerspyd
- 2 målebånd (min 10m)
- 4 forbindelseskabler

### **Instrumentbeskrivelse**

ABEM SAS1000 Terrameter kan benyttes til modstandsmålinger, målinger af selv potentiale (SP) samt induceret polarisation (IP). Her beskæftiger vi os kun med almindelige modstandsmålinger. Instrumentet består af tre dele som er indbygget i samme boks: En sender, som genererer en veldefineret lavfrekvent vekselstrøm, en modtager, som måler DC spændingsforskelle, samt en computerenhed, som styrer processen, behandler og gemmer data.

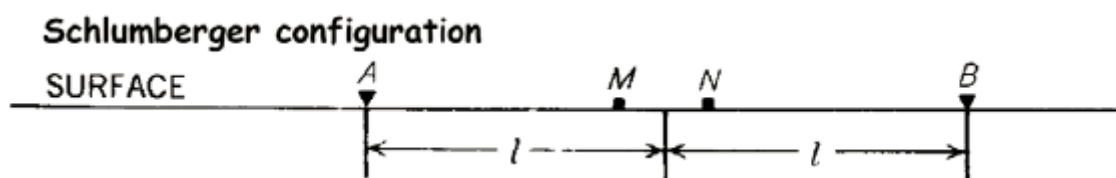


## Elektroder

Som elektroder benyttes spyd af rustfrit stål. Det er vigtigt at elektroderne har god elektrisk kontakt med jorden. Dette opnås ved at plante elektroderne så dybt som muligt (ved korte udlæg bør elektroderne dog ikke plantes dybere end ca. 5-10 cm). I meget tørre jorde, og ved lange elektrode udlæg, kan det være nødvendigt at vande jorden omkring strømelektroderne med en NaCl opløsning, for at forbedre kontakten (sænke kontaktmodstanden).

## Fremgangsmåde ved udførelse af Vertikal Elektrisk Sondering

Ved indsamling af elektriske sonderinger benyttes oftest Schlumberger elektrodekonfigurationen, som er defineret i figur 2. En af fordelene ved denne konfiguration er at den er fokuseret i dybden, og mindre sensitiv for laterale variationer i specifik modstand.



Skitse af Schlumberger elektrode konfigurationen . A og B er strømelektroderne, M og N potentialelektroderne. Centerpunktet kaldes normalt O.

I Schlumberger konfigurationen opstilles elektroderne symmetrisk omkring midtpunktet af sonderingen. Potential elektroderne (M og N i figur 2 , P1 og P2 på instrumentet) er stationære og placeret tæt på hinanden. Strømelektroderne (A og B i figur 2 , C1 og C2 på instrumentet) flyttes gradvist længere og længere fra hinanden med logaritmisk stigende afstande. Målingerne laves altid således at afstanden  $|OA| \gg |MN|$ . Det er en fordel at starte med så kort elektrodeafstand som muligt for at få data fra overjorden. F.eks. kan  $|MN|$  vælges til 0.2 m og  $|OA|$  til 1 m som udgangspunkt.

Der benyttes målebånd til placering af elektroderne på de første ti meter af sonderingen ( $|OA| < 10$  m). Herefter er afstandene markeret på kablerne med farvekoder. De benyttede afstande ( $|OA|$ ) og farvekoder er angivet i måleskemaet på side 9, sammen med den geometriske faktor ved forskellige potentialelektrodeafstande ( $|MN|$ ).

Den geometriske faktor for opstillingen afhænger af positionen af elektroderne, og beregnes på følgende måde:

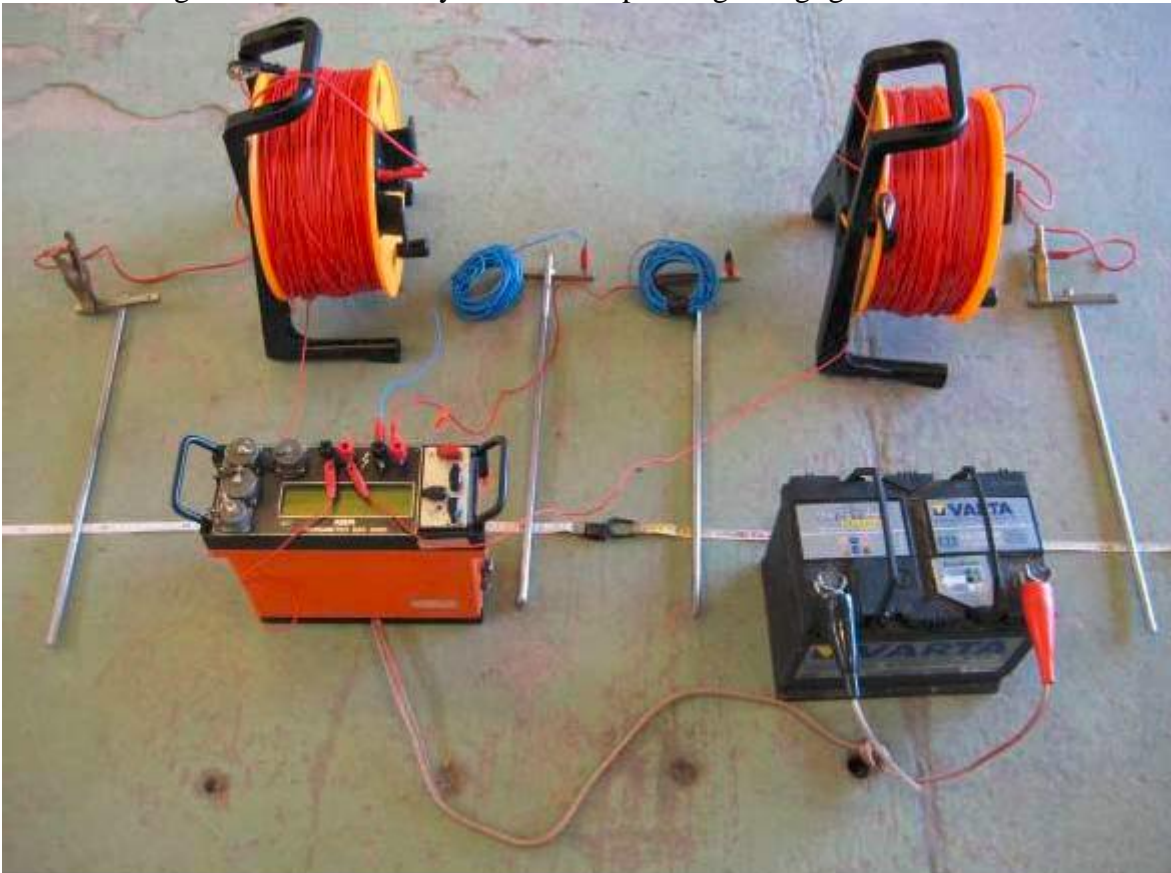


$$G \approx \frac{\pi |AO|^2}{|MN|}$$

Den geometriske faktor vil altså ændre sig for hver måling der gennemføres i en Vertikal Elektrisk Sondering. Den tilsyneladende specifikke modstand (resistiviteten) beregnes på basis af den målte modstand og den geometriske faktor:

$$\rho_a = G \cdot \frac{\Delta V}{I} = G \cdot R$$

For hver måling noteres den målte modstand (R) i måleskemaet, og værdien multipliceres med den tilhørende geometriske faktor; den således beregnede tilsyneladende specifikke modstand noteres ligeledes i skemaet. Samtidigt plottes en sonderingskurve med |OA| afstanden langs x-aksen og  $\rho_a$  på y-aksen i et dobbeltlogaritmisk koordinatsystem. Denne plotning er vigtig som kontrol af datakvaliteten.



### Vigtige begreber

#### Strømstyrke

Instrumentet kan levere strømstyrker fra 0.2 mA til 1000 mA (vælges manuelt under opsætningen). Generelt fås bedst muligt signal/støj forhold ved anvendelse af høje strømstyrker. Instrumentet kan dog maksimalt levere en spændingsforskel på 400V.

Derfor kan det være nødvendigt at sætte strømstyrken ned, såfremt der arbejdes i områder med høj specifik elektrisk modstand (f.eks. fjeld eller permafrost) og/eller med lange elektrode udlæg. Instrumentet kan indstilles til forsøge at sende med f.eks. 200 mA og automatisk at trappe strømstyrken ned, indtil der findes et niveau, hvor det er muligt at gennemføre målingen.

### Måleperiode

Instrumentet afsender en lavfrekvent vekselstrøm, som i praksis kan opfattes som jævnstrøm (DC), der sendes med skiftende retning eller polaritet. Dette gøres for at udjævne eventuelle naturlige lavfrekvente strømme i jorden, som ellers ville give fejl på målingerne. En målecyklus ses i figuren herunder.

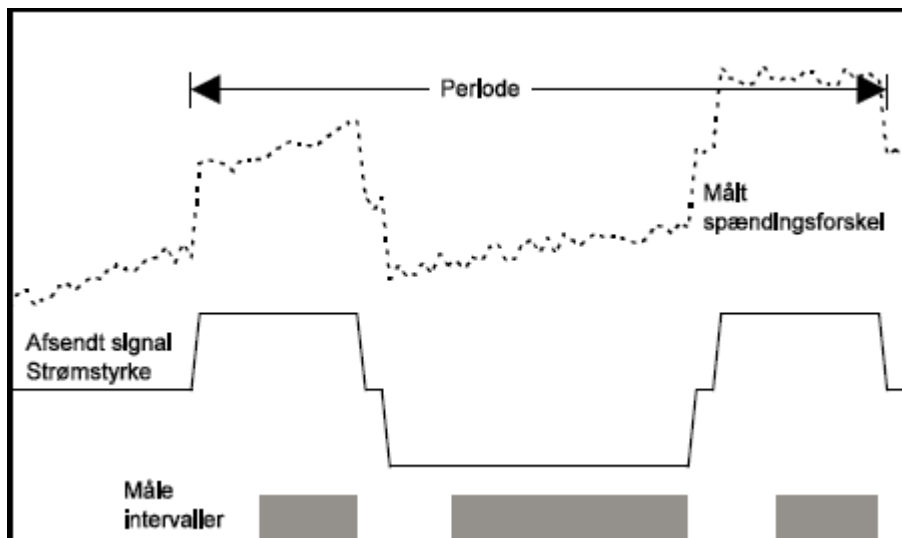


Illustration af det afsendte signals strømstyrke (fuldt optrukket), den målte spændingsforskel (stiplet) samt måle intervallerne (grå felter).

Det defineres i måleopsætningen, hvor lang forsinkelse (acquisition delay) der skal være, fra instrumentet begynder at sende strømmen til målingen begyndes. Ligeledes defineres måleintervallets længde, og disse to parametre er bestemmende for måleperioden.

### Måleusikkerhed

Den målte spændingsforskel falder med stigende strømelektrode afstand. Det er derfor vigtigt at sende den højest mulige strømstyrke, specielt ved lange strømelektrodeudlæg, for at sikre at spændingsforskellen er over detektionsgrænsen og det naturlige støjniveau. Instrumentet kan teoretisk set måle spændingsforskelle på ned til 30 nV. I praksis vil spændingsforskelle under nogle få  $\mu\text{V}$  dog være upålidelige. Man vil observere at målepunkterne ikke længere danner en kontinuert sonderingskurve og/eller at standardafvigelsen på målingerne øges.

For at modvirke dette, kan afstanden mellem potential elektroderne øges, hvorved den målte spændingsforskel ligeledes øges. På grund af forskelle i modstandsforhold i umiddelbar nærhed af potentialelektroderne, kan der være forskelle i de tilsyneladende specifikke elektriske modstande målt med to forskellige potentialelektrodeafstande (med samme strømelektrodeafstand). Det viser sig dog at kurvesegmenterne for de to potentialelektrodeafstande vil have samme form og hældning (se eksempel i figur 6). Forskellen kan derfor efterfølgende korrigeres ved at parallelforskyde segmentet indsamlet med den længere potentialelektrodeafstand (segment 2) så det passer med segmentet indsamlet med

den kortere potentialelektrodeafstand. For at kunne gennemføre denne korrektion er det vigtigt at de to segmenter overlapper hinanden, og derfor bør mindst tre strømeelektrodeafstande måles med begge potentialelektrodeafstande.

Dette gøres normalt enten v.h.a. en switch-box, således at begge potentialelektrodeafstande måles ved hvert enkelt strømeelektrodeudlæg, eller ved først at gennemføre alle tre målinger med den korte potentialelektrodeafstand, for derefter at rykke strømeelektroderne tilbage og lave målingerne med den lange potentialelektrodeafstand.

Se nærmere detaljer i den længere feltvejledning, som Artek er i besiddelse af.

#### *Refleksionsseismik:*

Vælg et egnet sted til en refraktionsseismisk undersøgelse - f.eks. en mark eller en fodboldbane.

Tilslut alle fire geofoner. I de første par øvelser bruges kun to geofoner, ”fjern” de to overskydende geofoner (3 og 4) ved at klikke på ”øjnene” nederst på skærmen (geofonerne måler stadig, men kan bare ikke ses på skærmen). Når alle fire geofoner skal benyttes ”klikkes” geofonerne bare på igen så alle målinger igen er synlige.

1. Placer to geofoner ved siden af hinanden i en afstand på 2 m fra metalpladen. Slå med hammeren på metalpladen. Hvad er løbetiden for de to bølger, som optages vha. geofonerne? De seismiske bølgeformer, der er registreret vha. de to geofoner, burde være (næsten) ens. Er de det?

2. Ryk den ene geofon 2 m længere væk fra metalpladen og slå igen. Hvad er forskellen i løbetid mellem de to geofoner? Giv et estimat for den seismiske hastighed i laget under geofonerne? Hvad er der sket med amplituden af den bølge, som registreres ved den fjerneste geofon? Hvorfor?

3. Ryk den ene geofon hen til metalpladen. Stil den anden geofon i en afstand på 0,5 m fra metalpladen. Slå igen og noter løbetiderne for bølgerne ved de to geofoner. Flyt den yderste geofon ud til en afstand på 10 m fra metalpladen i trin på 0,5 m. For hver afstand måles den seismiske bølges løbetid ud til den fjerneste geofon.

4. Brug alle fire geofoner i denne øvelse.

Find den seismiske hastighed i undergrunden, hvis der er to lag er der to hastigheder.

Hvis der er to lag, find da dybden ned til det andet lag.

Plot tiden for bølgeankomsten som funktion af afstanden for den seismiske kilde.

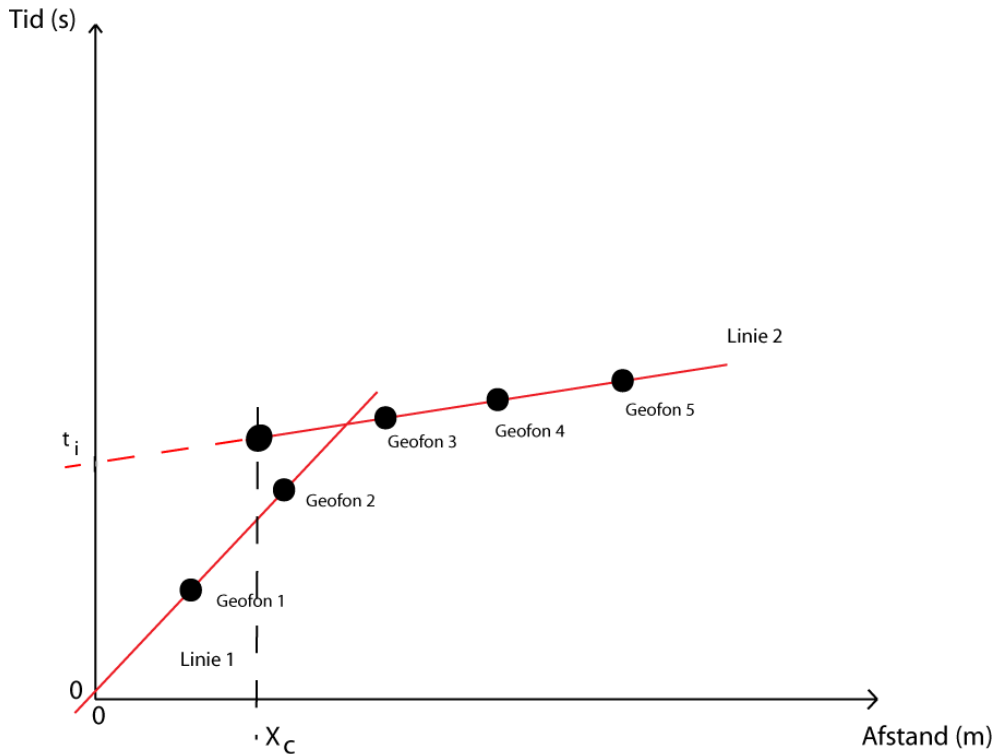
Grafen vil kunne se ud som på figur 1 (hvis der er to lag, ellers vil det bare være en ret linje).

Tiden, som det tager en bølge at bevæge sig igennem et ensartet materiale, er lineær.

På grafen i figur 1 kan vi se, at punkterne ikke er lineære. Til gengæld kan vi lave to linjer (den røde linje 1 og 2). Det betyder, at der er to forskellige lag. Linie 2 er den refrakterede bølges løbetidskurve.  $X_c$  er den mindste afstand, hvor den refrakterede bølge kan måles og kaldes den kritiske afstand.

Hvis jeres linje 1 ikke går gennem (0,0) i grafen er der en forsinkelse i måleopstillingen. Dette er ikke usædvanligt, og løses ved at parallelforskyde hele grafen, så linje 1 går gennem (0,0). I praksis vil det

bare sige, at alle tider der aflæses på grafens y-akse skal have trukket den tide fra der kan aflæses fra (0,0) og op til der hvor linje 1 skærer y-aksen.



Figur 1: Eksempel på plottede tider for en seismisk måling.  $x_c$  viser hvor Linie 2 starter. Linje 2 bør stiples fra  $x_c$  og ind til  $x=0$ .

Afstanden (dybden) ned til laggrænsen mellem de to lag kan findes via formlen:

$$z = \frac{1}{2} v_1 t_i / \cos \theta_c$$

Hvor:

$z$  = dybden

$v_1$  = hastigheden i det øverste lag

$t_i$  = skæring med tidsaksen for den ekstrapolerede linje 2

$\theta_c$  = den kritiske brydningsvinkel

$v_1$  kan findes v.h.a. hældningen af Linie 1,  $\alpha_1$ .  $v_1$  beregnes som  $1/\alpha_1$ . På samme måde kan  $v_2$  findes v.h.a. hældningskoefficienten for Linie 2,  $\alpha_2$ :  $v_2 = 1/\alpha_2$ .  $\theta_c$  kan herefter findes ved at benytte brydningsloven:  $\sin \theta_c = v_1/v_2$

$t_i$  aflæses på grafen.

5. Hvilket/hvilke geologisk(e) materiale(r) svarer de målte hastigheder til?

6. Vurder det seismiske signals hovedperiode ved at tælle bølgetoppe (eller bølgedale) over et veldefineret tidsinterval. Beregn signalets hovedfrekvens, og benyt relationen  $v = \lambda f$  til at beregne signalets bølgelængde,  $\lambda$ , i de lag, som I har fundet.

Dertil kan der undervises i korrekte løftemetoder ved f.eks. arbejde med tungt feltudstyr (gummibåd, feltudstyrs kasser og andet udstyr), stillinger ved borde samt under mikroskopiøvelser etc.

**Litteratur/links til forløbet:**

<http://dk.nanoq.gl/Emner/Landsstyre/Departementer/R%C3%A5stofdirektoratet/Afdelingen%20for%20Otilsyn%20og%20teknik/Afdeling%20for%20Geologi/Mineraljagten.aspx>

*Prospektering for amatører* af Bjarne Ljungdahl

*Grønlands geologiske udvikling* af Niels Henriksen

*Feltgeologi* af Dougal Dixon

**Produkt:**

Kunne være en længere rapport med redegørelse for de relevante undersøgelsesmetoder, samt evaluering på hvordan man gebærder sig med tungt udstyr i felten.

**Formidlingsdelen:**

Dette kunne være en af de større opgaver der skal laves ifølge bekendtgørelsen.

**Varighed:**

30-40 lektioner

**Arbejdsform:**

Gruppearbejde

**Ressourcer:**

Hammer og mejsel, magnet, lup, poser, GPS, guldgravertallerkener osv., Div. geoelektiske måleinstrumenter med tilhørende strømforsyninger og ledninger. Husk at oplad udstyret inden feltbrug.

**Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Områder til undersøgelse af potentielle økonomiske kilder kunne være den diamantførende kimberlitære, som har sit udgangspunkt i Kangerlussuaq, og løber hele vejen til Sisimiut. Åren kan findes i den østliggende fjeldskråning med udsigt til stranden. Kilder fortæller også om fund af kimberlit syd for Kællingehætten. Tungsand findes i rigelige mængder på stranden mod lufthavnen.

Eleverne bør så vidt muligt gennemgå øvelsesvejledninger på egen hånd, men læreren bør give en opsummering samt rundspørge, for at høre om proceduren er forståelig. Det minimerer uforstående elever og sure miner i felten.

**Erhvervslivet:**

Mineskolen og råstofdirektoratet vil være oplagte at kontakte i forbindelse med prospektering. De har både erfaring og ekspertise på området. Derudover kan de muligvis supplere med kort over området, samt give hints til fine lokaliteter. Greenpeace kan kontaktes for information om div. miljølovgivninger, som evt. kan føre til et besøg og en åben diskussion/foredrag parterne i mellem.

**Placering af forløbet/emnet:**

Bør ligge i de snefrie perioder, så tidligt på året som muligt.

**9) Fysisk geologi**

- *Kende til landskabets fysiske udseende.*
  - *Herunder bjergarter, sedimenter, forvitring og erosion.*
- *Gennemføre simple analyser af de fysiske forhold.*

**Mål:**

Projektet sigter mod følgende mål i læreplanen:

**9) Fysisk geologi**

- *Grønlands placering gennem geologisk tid.*
  - *Herunder pladetektonik, havstrømme og indlandsisen.*
- *Isostasi og eustasi.*
- *Fysiske analyser af de nuværende forhold.*

**Baggrund:**

Grønlands placering på verdenskortet har været en begivenhedsrig rejse. Grønlands nuværende placering på den nordlige del af halvkuglen, er kun et snapshot af den lange rejse rundt på planeten, som har medført det sammensvejsede og kraftigt metamorfoserede kontinent. De ældste bjergarter på Grønland er omkring 4 milliarder år gamle, og der kan i dag ses massiv erosion og forvitring af det gamle grundfjeldsskjold i de isfrie områder langs kysterne.

**Beskrivelse:**

Der findes en bred suite af forskellige bjergarter i det Grønlandske landskab. En fantastisk variation der fortæller historien om kontinentets tilblivelse og hårde liv gennem næsten 4 milliarder år. Kontinentet har været udsat for gentagne gange at ramme sammen med andre kontinenter, således der er opstået foldebjergkæder. Bjergarterne, oftest gnejs, består af en fast, men dog let porøs mineralsuite. Gnejser forvitrer derfor nemmere end f.eks. magmatiske bjergarter som granit og basalt.

Mange områder er præget af kraftig erosion og forvitring, som følge af peneplanisering gennem millioner af år. Dette ændrede markant det fysiske udseende af Grønland. Den massive peneplanisering af det hævdede land, skabte i Nord- og Nordøstgrønland i perioderne Devon til Kvartær en række sedimentbassiner, hvori der afsattes kilometertykk aflejringer. Inddrag istidens påvirkning og snak om isostasi og eustasi.

Grønlands fysiske udseende er derfor præget af gentagne og stadig igangværende erosion og forvitring. En proces der her i de arktiske egne har været hjulpet godt på vej af det barske kolde klima. Lad eleverne komme med deres egne iagttagelser i en åben klassediskussion. Flere vil sige, at fjeldene i området er spidse, så vær forberedt på at vise billeder af yngre bjergkæder, som ikke har været udsat for massiv erosion, og fremstår som mere spidse og takkede.

Giv f.eks. eleverne et bestemt side antal for at læse i timerne, mens læreren trækker en gruppe elever med til laboratoriet. Her er forberedt forskellige håndstykker af gnejs, som kan smuldres blot ved håndkraft. De skal illustrere fjeldene i området, og det at de smuldrer mellem hænderne er selve erosionsprocessen. Snak om hvad vandet gør ved fjeldet, at vand udvider sig når det fryser til is, og at fjeldet/klipperne må give efter og sprække op og falde fra hinanden. Nogle elever har måske endda set eller hørt fjeldskred, som også er en del af erosionsprocessen. Lad håndstykkerne smuldre ud på bordet, og spørg ind til hvad man kalder erosionsproduktet (sediment). Forklar om forskellige transportmuligheder fra fjeldtop til stranden/havet.

Til analysering af materialernes fysiske egenskaber kunne bl.a. anvendes Los Angeles metoden. Lad eleverne samle forskellige bjergarter sammen (granit, gnejs oa.), og teste deres styrke i forhold til hinanden. Inden eleverne sætter materialet til test, bør de gøre notater om hvordan de forskellige bjergarter ser ud. De skal beskrives ud fra farve, en cirka hårdhed, altså om de har let ved at smuldre eller føles som en fast og solid prøve, samt vægt og evt. bjergartsnavn. Materialerne lægges i følgende maskine, som findes på skolen:



Proceduren for Los Angeles metoden kan følges via angivne link.

**Litteratur/links til forløbet:**

[http://pavementinteractive.org/index.php?title=Los Angeles Abrasion](http://pavementinteractive.org/index.php?title=Los_Angeles_Abrasion)

*Grønlands geologiske udvikling* af Niels Henriksen

**Produkt:**

En laboratorium- og testrapport, hvor databehandling er den essentielle del af opgaven. Dertil en geologisk redegørelse for hvor de testede bjergarter kommer fra og består af.

**Formidlingsdelen:**

Dette kunne være en af de større opgaver der skal laves ifølge bekendtgørelsen.

**Varighed:**

20-30 lektioner

**Arbejdsform:**

Gruppearbejde, evt. enkeltmands.

**Ressourcer:**

Indsamlede prøver af forskellige bjergarter, testmaskine oa.

**Evaluering:**

Eleverne bør evalueres ud fra deres rapport, som udløser en karakter.

**Pædagogiske/didaktiske overvejelser:**

Inddrag så vidt muligt så megen af elevernes egen viden ved at stille spørgsmål ind til deres egne erfaringer i naturen. Ofte ved eleverne en masse om naturen og geologi i forvejen. Det er blot processerne og benævnelserne de skal have styr på.

Til Los Angeles metoden bør eleverne gøre sig klar på hvad det er de gerne vil undersøge og have ud af resultaterne. Metoden kan gøres på mange måder, men hold det simpelt, da det kun er styrken af de enkelte bjergarter der ønskes. Resultatet kan ses når prøverne har været i maskinen i ca. 12 timer. De hårde bjergarter er dem der har mistet mindst volumen. Eleverne bør have at vide, at man kan bruge sådanne data i erhvervslivet, til f.eks. opbygning af div. fundamenter, jernbaneskiner oa. Det er altid godt at perspektivere undervisningen, det gøres der også meget ud af til eksamen.

**Erhvervslivet:**

Hvis emnet drejes ind på byggeri og fundamenter, kan evt. byggeriholdets lærer inddrages, ellers er der med sikkerhed specialviden at hente hos Artekpersonalet og på mineskolen.

**Placering af forløbet/emnet:**

Hvis der er indsamlet prøvemateriale i forvejen, kan forløbet ligge når som helst på året. Forløbet kunne godt forberedes med at indsamle bjergartsmateriale i forvejen.



### 3.3. Supplerende stof

*Eleverne vil ikke kunne opfylde læringsmålene alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof skal udvælges således, at det fremdrager nye dimensioner og perspektiverer til både grønlandske og internationale forhold og uddyber kernestoffet. Det supplerende stof vælges især med henblik på målopfyldelse i fordybelsesområdet, og vælges, så det understøtter inddragelsen af viden fra elevernes øvrige fag på htx uddannelsen.*

## 4. Undervisningens tilrettelæggelse

Det særlige kendetegn ved teknikfaget er den projektbaserede undervisning, der har udgangspunkt i en praktisk problemstilling. Generelt kan det siges, at omfanget af praktisk arbejde skal relateres direkte til den teoretiske baggrund. Laboratorie- og naturundervisningen i Geologi er en del af et gymnasialt forløb, og planlægningen af undervisningen tager udgangspunkt i praktiske og teoretiske problemstillinger og i samspillet mellem dem. Undervisningen bør være helhedsorienteret, så den;

- tager udgangspunkt i elevens virkelighed
- er i overensstemmelse med fagets og uddannelsens formål
- rummer handlingsmuligheder for eleven
- er i overensstemmelse med betingelser og normer i elevens miljø og i samfundet – både lokalt og globalt.
- skærper elevens evne til at søge og kombinere viden

Undervisning i naturen og laboratorier mv. er en meget væsentlig del af fagets særkende, og en sådan undervisningsform er højt placeret i mange grønlanderes forventninger til uddannelsen.

### 4.1 Didaktiske principper

- a) *Undervisningen skal tage udgangspunkt i elevernes faglige niveau og viden.*
- b) *Undervisningen tilrettelægges, så den i videst muligt omfang har karakter af en læringsdialog mellem lærer og elever.*
- c) *Undervisningen tilrettelægges, så der veksles mellem forskellige undervisningsformer.*
- d) *Undervisningen tilrettelægges, så elevernes interesser og behov tilgodeses, så eleverne får mulighed for at opleve faget som spændende, relevant og vedkommende.*
- e) *Undervisningen tilrettelægges, så der både er faglig progression i de enkelte forløb og temaer såvel som progression i udviklingen af fagsprog og terminologi, så eleven gradvis opøves i mere selvstændige arbejdsformer og kompleks tænkning.*
- f) *Undervisningen tilrettelægges, så der i videst muligt omfang perspektiveres til det omgivende samfund*

*Undervisningen repræsenterer en bred vifte af forskellige læringsstrategier. Der lægges i undervisningen vægt på, at fagets discipliner opleves som en helhed. Det teoretiske arbejde gennemføres med stadig henblik på det praktiske, og det praktiske arbejde sker med stadig inddragelse af det teoretiske stof. Nøgle- og valgte temaer integreres i stigende grad og undervisningen tilrettelægges med øget progression i projektforløbene.*

*Der tilstræbes en helhedsorienteret, funktionel og induktiv undervisning.*

Elevmedbestemmelse handler om at gøre eleverne til medarbejdere ved egne læreprocesser. Eleven skal således inddrages i en åben og reel drøftelse af undervisningens form og indhold, i valget af arbejdsform, i planlægningsprocessen, evalueringen osv. Elevens engagement og personlige udvikling kan fremmes gennem medansvarlighed omkring udvælgelsen af projekter, valg af arbejdsform i forbindelse hermed, undervisningsplanlægningen, tidsforbruget, måden at skaffe sig viden på, indhold mm. Træning af elevens medansvar for læringen skal også ses i lyset af kravet om løbende evaluering, der skal støtte og vejlede eleven igennem læreprocessen. Yderligere vil elevmedbestemmelsen kunne udvikle elevens selvstændighed og evne til ræsonnement.

Forudsætningen for, at eleverne kan få medbestemmelse vedrørende undervisningen er, at de får information om fagets mål og indhold samt kendskab til rammerne. Det kan anbefales, at lærer og elever i fællesskab gennemgår læreplanen ved skoleårets begyndelse, og at læreren her sammenholder sin undervisningsplan med fagets mål og synliggør, hvor elevernes medindflydelse kan gøre sig gældende. Læreplanen er tillige et væsentligt bilag til oplægget til det særskilte projekt i eksamensperioden.

Jo længere et projektforsløb udstrækkes i tid, jo større krav vil det stille til elevernes planlægningsevne. Det langsigtede perspektiv vil sætte elevernes ansvarlighed på prøve og dermed være mere krævende. Af hensyn til progressionen i faget bør projektforsløbene tilrettelægges så de gradvis stiller større krav til elevernes planlægningsevne og selvstændighed. Undervisningsforsløbet kan opbygges med progression i den faglige kompleksitet og i den pædagogiske metode.

Det kan være hensigtsmæssigt at tilgodese grundlæggende discipliner i første projektoplæg med en høj grad af lærerstyring i projektarbejdet. I senere projekter kan eleverne overlades større rum for initiativer, større faglig bredde og dybde samt ansvar for at definere opgavens faglige niveau.

## 4.2 Arbejdsformer

*Undervisningen gennemføres projektbaseret og emneorienteret. Arbejdsformen skal bygge på principper om variation og progression i alle henseender. Der skal tages hensyn til de forskellige elevtyper, deres læringsstile og behov. Forskellige undervisningsformer inddrages i undervisningen, således at elevernes udvikling af fagsprog, refleksion og evne til kompleks tænkning tilgodeses. Undervisningen skal tilrettelægges, så den både tilgodeser elever, der har undervisningssproget som førstesprog og som andetsprog.*

*Undervisningen er anvendelsesorienteret med vekselvirkning mellem teori og praktisk arbejde. Eleverne arbejder med tekniske problemstillinger, og der lægges lige vægt på teori og værksteds- og laboratoriearbejde. Den praktiske undervisning foregår på et niveau, der afspejler erhvervmæssig professionalisme inden for faget.*

*Til den praktiske undervisning gives mindst en sammenhængende projektuge. Der indgår forsøg, demonstrationer, fremstilling og materiale- og produktprøvning eller besøg. Virksomheder inddrages i*

undervisningen, herunder gæstelærere, industrimesser, projektsamarbejde eller besøg. Der arbejdes med mundtlig og skriftlig formidling, og der indgår skriftlige arbejder i form af projektrapporter.

Gennem fordybelse i et af nøgletemaerne eller et af de to valgte valgte temaer skal eleverne arbejde med større faglig viden, forståelse, refleksion og selvstændighed i temaet. Målet for dette arbejde konkretiseres af skolen forud for undervisningens påbegyndelse.

Eleverne udfører et særskilt eksamensprojekt til projektprøven i faget. Projektet gennemføres i en særlig projektperiode adskilt fra den almindelige undervisning i faget. I den sidste uge af projektperioden gennemføres normalt ikke anden undervisning. Projektperioden indeholder ca. 100 timers undervisning inden for ca. 8 uger. I projektperioden tilknyttes eleven er projektvejleder.

Projektet udarbejdes indenfor rammerne af en række projektoplæg stillet af skolen. Projektoplæggene skal være formuleret, så de dækker fagets kernestof og supplerende stof og beskriver, hvilket teknologisk eller teknisk problem der skal løses, samt oplyser om eventuelle specielle forhold, krav og forudsætninger vedrørende problemets løsning.

Eleven vælger blandt oplæggene. Projektet indledes med, at hver elev eller gruppe på op til 3 elever udarbejder en projektbeskrivelse, der godkendes af skolen, når beskrivelsen er fagligt og niveaumæssigt relevant og kan gennemføres på et professionelt grundlag indenfor skolens rammer.

Der skal afsættes en uge til værkstedsarbejdet i løbet af projektperioden.

Afleveringstidspunktet skal normalt være senest en uge inden eksamensperiodens begyndelse. På det fastsatte afleveringstidspunkt afleverer eleven en skriftlig rapport og et praktisk udført produkt eller procesforløb.

Informationsteknologiske hjælpemidler integreres som naturlige værktøjer i faget og anvendes til informationsøgning, dataopsamling, beregning, simulering, styring og regulering, tegning og visualisering samt tekst. Og billedbehandling til udarbejdelse af projektrapporter.

Projekter og projektforbøb breder sig typisk over en række af faglige emner. Dette adskiller sig fundamentalt fra traditionel emneundervisning, hvor man arbejder sig systematisk igennem en række nært forbundne emner af specifik faglig karakter.

Denne strukturering af undervisningen frem for den emnemæssige, giver eleverne bedre mulighed for at koble deres opnåede erfaring sammen med skolens undervisning og øger motivationen. Det væsentlige i projektsammenhæng er at give eleverne færdigheder i selv at formulere og løse problemer og mod på at gøre det. Baggrund for god læring er, at eleverne oplever problemet som væsentligt og

relevant. Projektarbejde stiller blandt andet krav om, at eleverne overfører viden og færdigheder, lært i en sammenhæng, til andre sammenhænge, hvilket de kan have meget svært ved.

Projektarbejde er en undervisningsform, hvor elever i samarbejde med lærere behandler et problem i nær relation til den samfundsmæssige virkelighed, det forekommer i. Dette indebærer, at arbejdet skal give stadig øget perspektiv og dyberegående erkendelse, og at problemet angribes fra en række forskellige synsvinkler på tværs af traditionelle faggrænser. Lærerens rolle er ikke blot at formidle viden, men især at være igangsætter, inspirator, rammesætter og aktiv projektvejleder. Det er afgørende, at arbejdet understøttes gennem en grundig vejledning. Det vil sige, at læreren systematisk følger op på planlægning, problemer, ambitionsniveau mv.

### **Skriftligt arbejde**

Eleverne gennemfører et antal projekter (3-6 stk.) og det skriftlige arbejde i teknik A – Geologi omfatter rapporter, journaler, artikler og præsentationer (en standard opgave har et tekstmæssigt omfang på 15-30 normalsider pr. person - af 1300 typeenheder). Det må tilstræbes, at skolen ved skoleårets start udarbejder en plan for afleveringen af de skriftlige arbejder, herunder hvornår rapporterne skal afleveres, og hvorledes fagenes afleveringer m.v. koordineres. Dette skal sikre at eleverne ikke får mange store opgaver på samme tid. Det er vigtigt, at undervisningen i teknikfaget også omfatter undervisning i rapportskrivning, da teknikfagsrapporter er en ny rapportform for eleven.

### **Rapportskrivning**

Rapporter udarbejdes i forbindelse med projektforsøg, herunder også eksamensprojektet. Kvaliteten af en rapport aflæses bl.a. af:

- det faglige niveau, herunder såvel det tekniske indhold som selve rapportens sproglige, kommunikative og layoutmæssige kvalitet – HUSK her på at eleverne har grønlandsk som modersmål!
- om der er overensstemmelse mellem den tekniske problemformulering og konklusionen
- om der er dokumentation for resultater, iagttagelser og oplysninger
- om der er dokumentation for projektplanlægning og gennemførelse

Det bør i skolens studie- og ordensreglement være forudsat, at rapporter udarbejdes i elektronisk form. Figurer, tegninger og lignende kan være håndtegnet eller udarbejdet ved hjælp af tegne- og grafikprogrammer.

Det bemærkes, at citater i rapporter bør være med kildeangivelse.

For at eleverne opnår et klart indtryk af opbygningen af en teknisk rapport anbefales det, at skolen udarbejder et fælles oplæg om rapportopbygning, hvilket også med fordel kan anvendes ved bedømmelsen af eksamensprojektets rapport.

Elevens skrivekompetence gives den bedste mulighed for at udvikle sig, hvis der på dette område er aftalt klare og tværgående spilleregler. Det betyder ikke nødvendigvis, at læreren i teknikfaget skal rette de skriftlige produkter for sproglige fejl, men man kan sagtens tage stilling til, om niveauet på det skriftlige område er tilfredsstillende – og i øvrigt give eleven feedback også på dette område.

### 4.3. Fagsprog.

*Undervisningen skal tilrettelægges, så der arbejdes systematisk med udvikling af elevernes fagsprog og forståelse og anvendelse af fagets terminologi.*

*Undervisningen skal tilrettelægges, så eleverne gradvis opnår en sikkerhed i forståelse og brug af før-faglige begreber.*

*Teknikfaget betjener sig af et identitetskabende fagsprog, som eleven i løbet af undervisningen stifter bekendtskab med. Fortrolighed med karakteristiske fagudtryk, terminologier og nomenklatur i det pågældende teknikfag er nødvendig for at få det fulde udbytte af faget.*

### 4.4. Samspil med andre fag.

*Undervisningen tilrettelægges, så der i perioder arbejdes tværfagligt og drages paralleller til andre fags vidensområder. Dele af kernestof og supplerende stof vælges og behandles, så det bidrager til styrkelse af det faglige samspil i studieretningen.*

*Projektarbejdet i faget gennemføres i samspil med et eller flere af elevens fag i studieretningen. Elevens eksamensprojekt inddrager viden fra andre fag i uddannelsen. Faget inddrager studieretningsfagene i de projektorganiserede arbejdsformer.*

Et teknikfag er i sit udgangspunkt tænkt bredt, og har elementer af tværfaglig karakter. Teknikfaget går på tværs af traditionelle gymnasiale faggrænser. Dermed bliver teknikfagene usammenlignelige med fag i de andre gymnasiale uddannelser. Teknikfagene kan karakteriseres som tværfaglige i den måde, de er konstrueret på. Projektoplæg og projektbeskrivelser udformes, så de rummer tværfaglige elementer, og hvor det falder naturligt, bør inddragelse af fagområder fra andre fag i uddannelsen (f.eks. dansk, fysik, kemi, samfundsfag, religion og matematik) finde sted.

Med tværfaglighed i et projektforsløb lægges der op til, at eleven bruger sin viden fra andre fag til perspektivering og inddrager den i problemformuleringer samt anvender den som "værktøj" i forbindelse med problemløsninger.

## 5. Evaluering

### 5.1 Løbende evaluering

*Eleverne udarbejder i undervisningsperioden en række projekter, som resulterer i et produkt med tilhørende projektrapport. I forbindelse med afslutningen af hver tema- eller projektperiode evalueres forløbet og elevernes præstationer. Evalueringen gennemføres dels ved projektfremlægelse med opponenter, dels gennem uddybende samtaler om, hvorledes præstationen kan forbedres fremover.*

*Evalueringen giver en individuel vurdering af niveauet for og udviklingen i det faglige standpunkt i forhold til den forventede udvikling og læringsmålene.*

Hele teknikfaget og dermed de enkelte projektforsløb evalueres af både lærere og elever. Det bør anføres, at for at sikre at bekendtgørelsens mål nås, er det vigtigt, at der evalueres på såvel pædagogiske som faglige mål. Dette kan gøres på forskellige måder. Der bør lægges vægt på, at målene og metoderne for undervisningen defineres, at evalueringsformen afstemmes efter projektet. Der evalueres løbende under projektarbejdet. Desuden evalueres forløbet i forhold til tidsplanen, samarbejdet og fremdriften i projektet. Dette sikrer en dialog og ikke monolog mellem elev og lærer.

I forbindelse med evaluering af projektet kan følgende evalueringsformer foreslås:

- Intern bedømmelse
- eksterne bedømmere
- produktafprøvning
- gensidig elevevaluering
- konkurrence
- udstilling
- vejledernes evaluering i samarbejde med gruppen

### **Afsluttende standpunktskarakter**

Afsluttende standpunktskarakter udleveres normalt til eleverne 1-2 uger inden eksamensperiodens begyndelse.

Eksamensprojektperioden – frem til afsluttende standpunktskarakter gives – indgår i vurderingen af elevens standpunkt.

## **5.2. Prøveform**

*Projektprøve med skriftlig rapport, produkt eller procesforløb og tilhørende mundtlig prøve.*

*Før den mundtlige del af prøven sender skolen et eksemplar af rapporten til censor. Eksaminator og censor drøfter inden den mundtlige del af prøven, hvilke problemstillinger eksaminanden skal uddybe.*

*Eksaminationstiden er ca. 30 minutter. Der gives ingen forberedelsestid.*

*Den mundtlige del af prøven består af eksaminandens præsentation og fremlæggelse af sit projekt suppleret med uddybende spørgsmål fra eksaminator. Med udgangspunkt i projektet indeholder den*

*mundtlige del af prøven desuden en uddybende samtale, der kan omfatte relevante emner inden for hele fagets kernestof og supplerende stof. Elevens præsentation og fremlæggelse af projektet kan højst vare halvdelen af eksaminationstiden.*

Til eksamen indgår en prøve i form af et projekt. Projektet er en afgrænset del af undervisningsforløbet og gennemføres i en særlig projektperiode adskilt fra den almindelige undervisning i teknikfaget. Projektresultatet er en skriftlig rapport og et praktisk udført produkt eller et gennemført procesforløb. Med udgangspunkt i dette afholdes en mundtlig prøve, hvorefter der på grundlag af en samlet bedømmelse af projektresultatet og den mundtlige prøve gives en karakter. Der medvirker en censor og en eksaminator ved eksamen.

I eksamensbekendtgørelsen anføres, at den lærer eller en af de lærere, der er ansvarlig for den enkelte elevs undervisning, er eksaminator ved prøverne. Når skolen af hensyn til den faglige bredde skønner det nødvendigt, kan der anvendes mere end én eksaminator. Det bemærkes, at der også her medvirker en censor, dette skal dog aftales med censor først.

Mere end en eksaminator kunne f.eks. være i et projekt med fagligt indhold af og krav om viden i både sundhedsområdet og det miljøtekniske område eller i et projekt inden for kemisk eller bioteknologisk produktion og træning.

Skolens forberedelse til eksamensprojektet starter ca. midt i skoleåret. Forløbet kan opdeles i 3 perioder, som igen kan opdeles i en række faser:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| a Projektoplæg    | a.1 Skolen udarbejder projektoplæg                     |
| b Projektperioden | b.1 Projektoplæg udleveres                             |
| b.2               | Eleven vælger projekt og udarbejder projektbeskrivelse |
| b.3               | Skolen godkender projektbeskrivelse                    |
| b.4               | Projektløsning   |
| b.5               | Aflevering   |
| c Mundtlig prøve  | c.1 Lærer og censor drøfter                            |
| c.2               | Eleven fremlægger                                      |
| c.3               | Bedømmelse og karaktergivning                          |

efter under før



## **Projektoplæg**

Skolen udarbejder et projektoplæg. Af hensyn til en fornuftig planlægning, bør dette ske i god tid inden projektperioden. Det bør overordnet fremgå hvilke valgte temaer og fordybelsesområde, der ligger som grundlag for teknikfaget og dermed for projektoplæggene.

Der udarbejdes flere projektoplæg, som eleven skal kunne vælge imellem. Projektoplæggene formuleres, så de tilsammen bredt dækker fagets emner, fordi det hermed sikres, at skolen arbejder på et bredt fagligt grundlag. Projektoplæggene beskriver, hvilket teknisk problem der skal løses, og oplyser eventuelle specielle forhold, krav og forudsætninger vedrørende problemets løsning. Det bør fremgå hvilke ressourcer skolen stiller til rådighed i projektperioden, herunder til vejledning og værksted. En eventuel uenighed om det rimelige i omfanget heraf, bør afklares inden oplæggene kan godkendes. Det bør ligeledes fremgå hvilken tidsperiode projekterne løber over. Et projektoplæg skal overordnet ligge inden for fagets formål og bør være formuleret, så eleven har mulighed for at gennemføre et projekt af en størrelse, der modsvarer projektperiodens omfang og varighed.

Ud fra projektoplægget bør der være mulighed for, at eleven kan kombinere den viden og de færdigheder vedkommende har fået i teknikfagets undervisning, dvs. projektoplæggene skal lægge op til emner, der har været indeholdt i undervisningens temaer, altså afspejle det faglige indhold. Projektoplæggene kan udformes meget bredt, meget smalt eller ligge et sted midt i mellem. De meget brede projektoplæg af typen "lav hvad du vil" giver ofte eleverne problemer ved afgrænsning af projektet, og de rummer ikke hjælp til eleven. Samtidig giver brede formuleringer i projektoplægget fristelser og store muligheder for senere at udgive en andens projekt for sit eget. I den anden ende ligger de meget smalle projektoplæg. Her appelleres ikke til elevernes kreativitet. Projekterne bliver mere lærerstyrede, og samtidig bliver det vanskeligt for læreren at udarbejde et sæt oplæg, der samlet afspejler pensum og bekendtgørelsens mål, giver mulighed for differentiering, inddragelse af viden fra andre fag mm.

Alt tyder derfor på, at projektoplæggene bør formuleres et sted mellem brede og smalle. Samtidig må det tilrådes, at der formuleres nye oplæg hvert år. Et projektoplæg bør indeholde flere løsningsmuligheder, således at det er muligt at løse projektopgaven med forskellige elevforudsætninger. I projektoplæggene bør det tilstræbes, at de udformes således, at "produktet" vil være anvendeligt (virkelighedsnært).

Ved formuleringen af et projektoplæg skal der skabes rum for, at eleven i sin projektbeskrivelse og senere i selve løsningsprocessen sikres mulighed for at inddrage elementer fra uddannelsens andre fag og kombinere teori og praktik.

**Projektoplægget sendes til censor for godkendelse senest 4 uger før eksamensperiodens begyndelse.**

## **Projektperioden**

Projektperioden er ca. 8 uger og indeholder ca. 100 timers uddannelsestid (135 lektioner).

### **Projekttoplæg udleveres**

På et fastsat tidspunkt, der bør fremgå af skolens eksamensplan, udleverer skolen projektoplæggene til eleverne. Samtidig udleverer skolen rammerne for projektets gennemførelse, herunder tidspunkter for adgang til værksteder og laboratorier samt retningslinjer for materialeforbrug. Rammerne bør også indeholde retningslinjer for elevernes anvendelse af udstyr uden for skolen.

### **Eleven vælger projekt og udarbejder projektbeskrivelse**

Eleven vælger et projekt og udarbejder en projektbeskrivelse. Eleven kan frit vælge blandt de udleverede projektoplæg. Valget er dog først bindende, når skolen har godkendt elevens projektbeskrivelse. Eleven tilknyttes en projektvejleder, og dette bør ske senest ved skolens godkendelse af elevens projektbeskrivelse.

Elevens projektbeskrivelse bør indeholde en projektafgrænsning, problemformulering, overvejelser om projektets indhold, en tids- og handlingsplan samt evt. redegørelse for inddragelse af viden fra andre fag.

I forbindelse med udarbejdelse af projektbeskrivelsen bør eleven kende de punkter, der senere indgår ved bedømmelsen og karaktergivningen af projektet.

Det kan under den senere projektløsning vise sig - alt afhængig af, hvordan projektet udvikler sig - at blive nødvendigt at justere i projektbeskrivelsen, f.eks. omkring inddragelse af viden fra andre fag. Ændringer i en projektbeskrivelse motiveres af eleven og godkendes af skolen. Ændringerne bør fremgå af elevens projektrapport.

### Skolen godkender projektbeskrivelse

Skolen godkender projektbeskrivelsen, når beskrivelsen er fagligt og niveaumæssigt relevant, tids- og handlingsplanen er realistisk og projektet kan gennemføres selvstændigt og inden for de rammer, skolen har fastlagt i eksamensplanen. Skolen bør sikre, at projektbeskrivelsen indeholder muligheden for inddragelse af relevant viden fra andre fag.

Godkendelse bør ske som resultatet af en dialog mellem elev og projektvejleder. Dialogen omhandler elevens overvejelser vedr. projektets tværfaglighed af hensyn til bedømmelse af det afsluttende projektarbejde.

		rapport		produkt		Mundtlig prøve
		Individuel	Fælles 1)	Individuel	Fælles 2)	Individuel 3)
A	enkeltmands	X		X		X
B	gruppe	X			X	X
C	gruppe		X		X	X

1) Det skal fremgå, hvem der har lavet hvad.

2) Ophavsmanden til de enkelte dele/processer skal kunne identificeres.

3) Der skal sikres en individuel bedømmelse.

### Gruppenprojekt

Gruppenarbejde er et blandt mange pædagogiske redskaber. Det er imidlertid vigtigt, at skolen gør sig klart, at gruppearbejde er pædagogiske redskaber, der skal fremme opfyldelsen af fagenes målsætninger. Det er ikke et formål i sig selv at kunne spare vejledningsressourcer, udstyr og materialer ved gruppearbejde.

Det bør fremgå af projektoplæggene under hvilke vilkår gruppearbejde indgår.

Det bemærkes, at eleverne går til individuel mundtlig prøve.

Når elever vælger muligheden for gruppearbejde, skal hver elev eller gruppe udarbejde en projektbeskrivelse. Af denne skal det klart fremgå, hvorledes den enkelte elev bidrager til gruppearbejdet.

Læreren bør i forbindelse med, at projektbeskrivelsen godkendes, sikre:

- at hver af gruppens medlemmer har gjort sig klart hvilke delelementer af projektet, de er ansvarlige for at udføre

- at gruppens samlede arbejde er af en sådan kvalitet eller omfang, at det modsvarer antallet af gruppemedlemmer
- at gruppens medlemmer er indforstået med, at der ved den praktiske løsning og i rapporten klart kan udledes en individuel bedømmelse
- at gruppens medlemmer forstår sammenhængen mellem deres del og hele projektet, og at de til den individuelle mundtlige prøve også kan redegøre for hele projektet på et overordnet niveau
- at hver elev kan dokumentere sin del af såvel det praktiske som rapportmæssige arbejde

### **Projektløsning**

Skolens eksamensreglement bør indeholde regler om, at projektet udarbejdes af eleven selv inden for godkendte rammer, herunder maskiner og udstyr samt oplyse om konsekvensen af en overtrædelse. Eksamensreglementet bør også indeholde retningslinjer for situationer, hvor der er mistanke om, at eleven ikke selv har udarbejdet sit eksamensprojekt.

Dette modvirkes i øvrigt bedst ved, at der er *stadig* kontakt mellem elev og vejleder, således at vejlederen løbende er klar over, hvor i processen og projektet eleven befinder sig. Før projektperioden bør skolen udarbejde en plan over træffetider for projektvejleder og andre lærere, som i større eller mindre omfang tilknyttes f.eks. som "*tværfaglige specialister*".

### **Aflevering**

Afleveringstidspunktet er ved projektperiodens afslutning i henhold til skolens eksamensplan. Materiale kan kun afleveres efter fristens udløb efter reglerne om sygeeksamen.

På det fastsatte afleveringstidspunkt afleverer eleven en skriftlig rapport og et praktisk udført produkt.

Det afleverede skal være udarbejdet af eleven selv. Citater i rapporten bør være med kildeangivelse. Det kan anbefales, at eleven afleverer 3 identiske eksemplarer af rapporten. Et som læreren kan rette, et til censor og et til skolens arkiv(dette kan være elektronisk). Det bemærkes i den forbindelse, at der bør foreligge et eksemplar uden notater af hensyn til en eventuel klagesag.

Det anbefales, at rapportens omfang ikke bør overstige 30 normalsider pr. elev plus bilag.

### **Mundtlig prøve**

#### **Lærer og censor drøfter**

Inden den til projektet hørende mundtlige prøve sender skolen et eksemplar af rapporten til censor. Dette bør ske i rimelig tid, ca. 4 uger før prøvens afholdelse. Læreren (projektvejlederen) kommenterer og retter rapporten (det til læreren udleverede eksemplar).

Inden prøven drøfter læreren (eksaminator) og censor, hvilke problemstillinger, eleven skal uddybe under prøven.

### **Eleven fremlægger**

Om den mundtlige prøve anføres i læreplanen:

*Eksaminationstiden er 30 minutter. Der gives ingen forberedelsestid. Den mundtlige del af prøven består af eksaminandens præsentation og fremlæggelse af sit projekt suppleret med uddybende spørgsmål fra eksaminator. Med udgangspunkt i projektet indeholder den mundtlige del af prøven*

*desuden en uddybende samtale, der kan omfatte emner inden for hele fagets kernestof og supplerende stof. Elevens præsentation og fremlæggelse af projektet kan højst vare halvdelen af eksaminationstiden.*

Til prøven medbringer eleven sit eget eksemplar af rapporten og en disposition til den mundtlige fremlæggelse af projektet. Derudover er der ingen begrænsninger på hvad eleven kan medbringe (PowerPoint præsentation, lærebøger, tegninger mv.)

*30 min eksamenstid* kan disponeres som følger:

1. Ca. 15 min, hvor eleven mundtligt præsenterer sit projekt
2. Ca. 10 min, hvor eksaminator spørger ind til projektets indhold
3. Ca. 3 min, til karaktervotering mellem eksaminator og censor

Det anføres i eksamensbekendtgørelsen, at når en eksaminand aflægger en individuel mundtlig prøve på grundlag af et gruppefremstillet produkt, så må de øvrige medlemmer af gruppen ikke være til stede i prøvelokalet, før de selv er blevet eksamineret.

Skolen bør sikre, at eksaminanden ikke får mulighed for at videregive informationer om prøven til de gruppemedlemmer, der endnu ikke har gennemført prøven.

Den mundtlige prøve varer for hver elev 30 minutter inkl. karakterfastlæggelse.

Det er en rigtig god ide at have 2 klasselokaler til eksaminationen, så eleverne kan forberede sig i et lokale, mens der eksamineres i det andet. Eksaminator og censor skifter så klasse ved hver eksamination.

### **5.3. Bedømmelseskriterier**

*Bedømmelsen er en vurdering af, i hvilket omfang eksaminandens præstation lever op til læringsmålene.*

*Der lægges generelt vægt på at eksaminanden kan:*

- a) kombinere teori og praktisk arbejde i et projekt,*
- b) inddrage relevant viden fra andre fag i studieretningen,*
- c) perspektivere til relevante emner inden for teknikfaget og*
- d) demonstrere indsigt i fagsproget såvel skriftligt som mundtligt.*

*Ved bedømmelse af rapportens form og indhold lægges der vægt på:*

- a) bearbejdningen af projektets problemstillinger,*
- b) planlægningen og vurderingen af projektforløbet,*
- c) dokumentations- og kommunikationsværdi, herunder overskuelighed, sammenhæng, kildehenvisninger og teknisk dokumentation,*
- d) specificerede krav til produktet og*
- e) en fagligt begrundet argumentation for de foretagne valg.*

*Ved bedømmelsen af produktet lægges der vægt på:*

- a) omhu og professionalisme ved fremstillingen og*

*b) kvalitet i forhold til de opstillede krav.*

*Ved den mundtlige prøve lægges der vægt på:*

- a) den mundtlige præsentation af projektet,*
- b) redegørelsen for den valgte løsning,*
- c) demonstration af ejerskab i forhold til projektets indhold og*
- d) besvarelsen af uddybende og supplerende spørgsmål.*

*Der gives én karakter ud fra en helhedsbedømmelse af eksaminandens præstation omfattende projektrapporten med tilhørende resultater af det praktisk udførte og den mundtlige prøve.*

Projektprøve står for projekt med tilhørende mundtlig prøve, og der gives én karakter, idet projektet og den tilhørende mundtlige prøve anses for én prøve. Bedømmelsesgrundlaget er projektrapporten med tilhørende resultater af produkt eller procesforløb og den mundtlige prøve. Bedømmelsen er en vurdering af bedømmelsesgrundlaget i relation til den stillede opgaves rammer (den af læreren godkendte projektbeskrivelse) og de faglige mål for faget. Bedømmelsen er dermed en helhedsbedømmelse.

Det skal bemærkes, at punkterne ikke bør anvendes som udgangspunkt for en relativ vægtning med en sammentælling til den endelige karakter. Vægtningen af de enkelte aspekter beror på et kvalificeret skøn, hvor mangler åbent afvejes i forhold til hinanden og i forhold til helheden. Punkterne bør derfor nærmere bruges som stikord for at sikre, at karakteren udtrykker en helhedsbedømmelse.

Følgende 3 punkter er tungt vejende for bedømmelsen og bør behandles direkte ved selve eksaminationen:

- Evne til at kombinere teori og praktisk arbejde i et projekt
- Omhu og professionalisme ved fremstilling
- Besvarelse af uddybende og supplerende spørgsmål

Bemærk, at den mundtlige prøve med udgangspunkt i projektet også kan indeholde en dialog om emner inden for hele fagets område. Da censor skal medvirke til og påse, at eksaminanderne får en ensartet og retfærdig bedømmelse og deres præstationer en pålidelig bedømmelse, har censor en kontrollerende funktion i forhold til behandlingen af ovenstående 3 punkter, hvilket betyder at censor bør formulere uddybende spørgsmål der har til formål at danne et fyldestgørende bedømmelsesgrundlag.

Mange eksamensklager har udgangspunkt i, at eleven føler sig uretfærdigt bedømt i forhold til sine kammerater. Det er derfor vigtigt, at eksaminator og censor i enighed fastlægger fælles kriterier og et fast niveau ved bedømmelsen og at eventuelle kommentarer over for eleverne altid har udgangspunkt heri.

Der gives efter 7-trinsskalaen en prøvekarakter i teknikfaget. Der henvises til karakterbekendtgørelsens bestemmelser om karakterskalaen. Til støtte for karaktergivningen er nedenfor anført en beskrivelse for 3 karakterer:

Karakter	Beskrivelse	
12	Fremragende	<p>Den valgte problemstilling er bearbejdet og dokumenteret med kun uvæsentlige mangler og rapporten har en høj kommunikationsværdi. Projektforløbet er planlagt, gennemført og vurderet med stor selvstændighed, sikkerhed og overblik, og der er inddraget viden fra andre fag i udannelsen.</p> <p>Der argumenteres velbegrunderet for valgte løsninger og opstillede krav, og løsningens tekniske konsekvenser er fagligt vurderet med perspektivering til relevante emner inden for teknikfaget.</p> <p>Det praktisk udførte er baseret på teoretiske og praktiske overvejelser. Det er fremstillet med stor omhu under anvendelse af relevante arbejdsmetoder og lever op til de opstillede krav med kun uvæsentlige mangler. Eksaminanden præsenterer og vurderer projektet meget velstruktureret og kan svare på uddybende og supplerende spørgsmål med kun uvæsentlige mangler.</p>
7	Godt	<p>Den valgte problemstilling er i rimelig grad bearbejdet og dokumenteret og rapporten har rimelig kommunikationsværdi. Projektforløbet er planlagt, gennemført og vurderet med en del mangler, og der er i rimelig grad inddraget viden fra andre fag i udannelsen.</p> <p>Der redegøres for valgte løsninger og opstillede krav, og løsningens tekniske konsekvenser er i rimelig grad vurderet med nogen perspektivering til relevante emner inden for teknikfaget.</p> <p>Det praktisk udførte er i rimelig grad baseret på teoretiske og praktiske overvejelser. Det er fremstillet med en vis omhu under anvendelse af relevante arbejdsmetoder og lever i rimelig grad op til de opstillede krav. Eksaminanden præsenterer og vurderer projektet sammenhængende og kan i rimelig grad svare på uddybende og supplerende spørgsmål.</p>
2	Tilstrækkeligt	<p>Den valgte problemstilling er beskrevet, rapporten har en vis struktur og ringe kommunikationsværdi. Projektforløbet er planlagt, gennemført og beskrevet, og der er i ringe grad inddraget viden fra andre fag i udannelsen.</p> <p>Der redegøres i ringe grad for valgte løsninger og opstillede krav, og løsningens tekniske konsekvenser er i mindre grad vurderet med ringe perspektivering til relevante emner inden for teknikfaget.</p> <p>Det praktisk udførte er i ringe grad baseret på teoretiske og praktiske overvejelser. Det lever i mindre grad op til de opstillede krav. Eksaminanden præsenterer og vurderer projektet noget usammenhængende og kan i mindre grad svare på uddybende og supplerende spørgsmål.</p>