



# **GEOLOGI FOR SAMFUNNET**

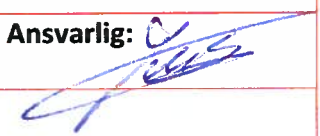
SIDEN 1858



**NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE**  
· NGU ·





<b>Rapport nr.:</b> 2015.067	<b>ISSN: 0800-3416 (trykt)</b> <b>ISSN: 2387-3515 (online)</b>	<b>Gradering:</b> Åpen	
<b>Tittel:</b> Geologi i skolen - Oppgaver for Geofag (X) 1 og 2 for Strinda videregående skole i Trondheim, Sør-Trøndelag.			
<b>Forfatter:</b> Guri V. Ganerød, Elisabeth Blom Solheim og Thomas Haugen		<b>Oppdragsgiver:</b>	
<b>Fylke:</b> Sør-Trøndelag		<b>Kommune:</b> Trondheim	
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b>		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b>	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b>		<b>Sidetall:</b> 136 <b>Pris:</b> 130 kr <b>Kartbilag:</b>	
<b>Feltarbeid utført:</b> 2015	<b>Rapportdato:</b> Desember 2015	<b>Prosjektnr.:</b> 352700	<b>Ansvarlig:</b> 
<b>Sammendrag:</b> <p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) har laget oppgaver for Geofag X, 1 og 2 for Strinda videregående skole i Trondheim, Sør-Trøndelag. Oppgavene er tilrettelagt for Trondheimsområdet, men de kan tilrettelegges andre områder i Norge.</p> <p>NGU har etablert et samarbeid med Strinda videregående skole, gjennom Geonettverket for Geofag i Midt-Norge som er i regi av Skolelaboratoriet ved NTNU. Målet med samarbeidet er å tilrettelegge oppgaver som kan relateres til nærmiljøet, samt finne lokaliteter til feltarbeid og lage oppgaver til både klasseroms- og feltarbeid.</p> <p>Geofag er et fag hvor observasjoner og erfaring ute i felt er viktig. Elevene lærer å observere og dokumentere funn ute ved hjelp av kart og beskrivelser for senere å sette funnene i sammenheng og forstå prosessene rundt. Geofaget er et fag som kombinerer geologi og geografi, samt oseanografi og meteorologi. I dette prosjektet har fokus vært på geologi med bruk av kart, både til orientering og kartlegging, og flere av oppgavene innebærer å lage egne kart, enten tegne for hånd eller digitalt med kartprogram.</p> <p>Takk til Ola M. Sæther (NGU) for korrekturlesing av rapporten.</p>			
<b>Emneord:</b> Geologi	Geofag	Oppgaver	
Geotop	Kartlegging	Videregående skole	





## INNHOOLD

1.	Innledning – Hvorfor drive med lokalt feltarbeid i geofag?.....	1
1.1	Materialliste til Geofag .....	5
1.2	Til læreren ved Strinda vgs. ....	5
2.	Klassifisering av bergarter .....	11
2.1	Magmatiske bergarter .....	11
2.2	Sedimentære bergarter .....	14
2.3	Metamorfe bergarter .....	16
2.4	Bergartssyklusen.....	17
3.	Marin grense og landheving i Trondheim - løsningsforslag.....	19
3.2	Marin grense og landheving i Trondheim - elevoppgaver .....	27
4.	Forvitring - løsningsforslag .....	33
4.2	Forvitring - elevoppgaver .....	40
5.	Skredfare og skredsikring - løsningsforslag.....	45
5.2	Skredfare og skredsikring - elevoppgaver .....	50
6.	Georessurser - løsningsforslag .....	54
6.2	Georessurser - elevoppgaver.....	61
7.	Magmatiske bergarter og relativ alder - løsningsforslag.....	68
7.2	Magmatiske bergarter og relativ alder - elevoppgaver.....	81
8.	Spor etter istiden - løsningsforslag .....	91
8.2	Spor etter istiden - elevoppgaver .....	99
9.	Mineraler og mineralbeskrivelser - løsningsforslag.....	106
9.2	Mineraler og mineralbeskrivelser - elevoppgaver .....	111
10.	Bergarter- “Stripete, prikkete og lag på lag” - løsningsforslag .....	115
10.2	Bergarter- “Stripete, prikkete og lag på lag” - elevoppgaver .....	125
11.	Nyttige lenker .....	135
12.	Kilder .....	136



## 1. Innledning – Hvorfor drive med lokalt feltarbeid i geofag?



Geologi er læren om jordas opprinnelse, oppbygging og forandring. Begrepet geologi stammer fra de greske ordene "geo" som betyr Jord og "logi" som betyr lære. Faget geologi kan i Norge deles inn i to hoveddeler: a) Berggrunnsgeologi, dvs. kartlegging av og læren om bergartene, og b) Kvartærgeologi, dvs. kartlegging av og læren om løsmasser.

*"Det nære er betydelig mer interessant enn det fjerne... Mottoet må være at hver skole fordyper seg i den type geologi som sees best der de holder til og som de bør være stolte over å ha"* (Bryhni, 1999).

Det finnes mange fordeler ved å bruke nærområdet i undervisningen. Merethe Frøyland (2010) påpeker i boka "Mange erfaringer i mange rom" flere fordeler ved å variere læringsarenaer. Tittelen på boka tilsier at denne variasjonen av læringsarenaer gir mulighet for mange andre erfaringer enn de man får ved tradisjonell undervisning inne i klasserommet. Geofag ble innført som et nytt skolefag i 2006 gjennom læreplanen "Kunnskapsløftet 2006" og er et praktisk og anvendt realfag der elevene får kjennskap til et fagfelt som de til daglig hører om i media og som dessuten har stor innflytelse på samfunnet. I alle deler av Geofag er feltarbeid en vesentlig del av fagets metode og kunnskap og derfor fikk begrepet *geotop* en sentral rolle i læreplanen.

Utdanningsdirektoratet har definert begrepet *geotop* som et avgrenset geografisk område som beskriver karakteristiske forhold ved berggrunn, landformer, vann, løsmasser og

lokalklima (Utdanningsdirektoratet, 2006). Geotopen er en læringsarena som supplerer klasserommet og tekststudier. Elevene får en smakebit på hvordan geofaglig kunnskap blir til gjennom å utføre feltarbeid. På denne måten får de kjenne på hva det innebærer å arbeide innenfor geofaglige yrker. Slik kan geotoparbeidet både bidra til å gjøre geofaglig kunnskap relevant for elevene i dagliglivet, og introdusere dem til et fagfelt som kanskje kan være et aktuelt yrkesvalg i fremtiden. Bruk av lokalt feltarbeid i undervisningen vektlegges også avslutningsvis under formålet med geofaget: *”I geofag bør den enkelte få erfare naturvitenskapelige forskningsmetoder gjennom egne aktiviteter knyttet til det lokale naturmiljøet”* (Utdanningsdirektoratet, 2006).

I heftet Kimen nr.1 (Frøyland og Remmen, 2013) utgitt av Naturfagssenteret fremheves mange fordeler ved å bruke nærområdet i undervisningen, og her finnes mange gode artikler om geofaglig undervisning. Dette gjør at heftet kan anbefales for alle geofaglærere (link til dokumentet ligger vedlagt under kilder). Spesielt interessant er Olav Prestvik sin artikkel (Prestvik, 2013): *Mange fordeler med å bruke nærområdet i undervisningen - et eksempel fra undervisningen i geografi ved Bjertnes vgs*. Forfatteren trekker bl.a. fram at hos mange elever råder en “pugge-til-prøve”- kultur, som i lengden ikke vil være mye verdt. Bruk av nærmiljøet utfordrer elevene til å tenke selv, og de må bruke egne ord på å uttrykke observasjoner og til å gi forklaringer. Det finnes ikke fasitsvar til feltoppgavene i læreboka, og problemene som undersøkes krever gjerne kompetanse på flere områder. Gjennom feltarbeidet i nærmiljøet blir elevene utfordret til å sammenstille egen beskrivelse av geofaglige fenomener med det som står i lærebøker og andre oppslagsverk. Prestvik (2013) fremhever hvordan dette gir spesielt rike læringsutfordringer og at elevene i høy grad øver grunnleggende ferdigheter, noe som læreplanen fastsetter. De grunnleggende ferdighetene i geofaget ligger vedlagt nedenfor.

Slik Bryhni (1999) uttrykte innledningsvis er det geografisk nære betydelig mer interessant enn det fjerne. Gjennom feltarbeidet får elevene en førstehånds erfaring med fenomenene og dette vil sannsynligvis gi elevene en dypere forståelse av prosesser og egenskaper. Dette danner grunnlag for en mer permanent læring der man unngår at teoristoff bare blir reproduisert og at kun en instrumentell forståelse innlæres (Skemp, 1976). Man unngår på denne måten at kun læreboka danner utgangspunktet for undervisningen. En slik dybdelæring er også noe Ludvigsenutvalget framhever i sin rapport om fremtidens skole (Ludvigsenutvalget, 2015). Dybdelæring blir viktig i forbindelse med at utvikling av elevens forståelse tar tid. Dette vil bidra til at elevene mestrer faget bedre, og lettere kan overføre læring fra ett fag til et annet og til andre situasjoner. Feltarbeidet kan være et viktig bidrag til en slik dybdelæring.

Siden lokalt feltarbeid viser seg å ha positiv læringseffekt (Frøyland og Remmen, 2013), er feltoppgavene til de ulike videregående skolene i Trondheimsområdet laget med utgangspunkt i geologiske fenomener i skolens nærmiljø. Hver skole med sin beliggenhet



## 1. Innledning – Hvorfor drive med lokalt feltarbeid i geofag?

har sin særegne type geologi. Det er funnet flere *gode* geotoper. En *god* geotop kjennetegnes av at den kan besøkes flere ganger, men med ulikt fokus (Frøyland og Remmen, 2013). Dette vil hjelpe elevene til å se at geofaglige prosesser henger sammen og at naturen er sammensatt. En god geotop kjennetegnes også ved at elevene selv kan utføre feltarbeidet, og at det kan forenes med noe elevene kjenner igjen fra før. Feltoppgavene er derfor praktisk anlagt og mindre lærerstyrte. Det legges opp til utforskende arbeidsmåter med høy elevaktivitet. *“Den klassiske ekskursjonen, med læreren som forklarer og peker, og elever som lytter og ser, er vanligvis ikke et opplegg for uteundervisning som kan anbefales”* (Prestvik, s. 93, 2013).

Lykke til med feltarbeidet!



### **Grunnleggende ferdigheter**

Grunnleggende ferdigheter er integrert i kompetansemålene der hvor de bidrar til utvikling av og er en del av fagkompetansen. I geofag forstås grunnleggende ferdigheter slik:

*Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig* i geofag innebærer å beskrive opplevelser, observasjoner og dokumentere innsamlet informasjon ved å bruke geofaglige begreper. Videre betyr det å forholde seg kritisk til geofaglig informasjon og kunne formulere hypoteser som kan undersøkes. I tillegg vil det si å kunne argumentere for løsninger og gi tilbakemeldinger.

*Å kunne lese* i geofag innebærer å ekstrahere, tolke og reflektere over tekster trykt i aviser, tidsskrifter, bøker og Internett og å forstå ulike kart. Videre vil det si å forstå resonnementer og scenarier og vurdere kvaliteten på geofaglig informasjon.

*Å kunne regne* i geofag innebærer å bruke tall og gjøre beregninger og registrere, bearbeide og presentere resultater av målinger. Det betyr å bruke grafer, tabeller og statistikk som er resultater fra geoforskning basert på matematiske modeller. I tillegg vil det si å forstå begreper som scenarier, prognoser og sannsynlighet.

*Å kunne bruke digitale verktøy* i geofag innebærer å innhente, registrere og bearbeide informasjon og presentere resultater digitalt. Videre betyr det å bruke animasjoner, simuleringer, digitale kart og digitale navigasjonssystemer.

(Utdanningsdirektoratet, 2006)

**Geotop** brukes i geologien om lokalitetstyper med karakteristiske bergarter, geologiske lag eller fossiler. I skolesammenheng er en geotop et geografisk avgrenset område som ligger i gang- eller sykkelavstand til skolen og som har lokaliteter som kan brukes til oppgaver, både i klasserommet (kart) og i felt (ute). Avgrensingen av geotopene til Tiller videregående skole er gjort i samråd med lærerne for Geofag ved skolen. Det er tatt hensyn til at Geofag (X) 1 og 2 gjerne har 4 skoletimer (3 timer) sammenhengende undervisning og oppgavene er begrenset til avmålt tid.

## 1.1 Materialliste til Geofag

- Hammer (liten geologhammer, snekker- eller murhammer kan brukes)
- Spade (hagespade er ok)
- Prøveposer (kan bruke brødposer, men bør ha felt til å skrive navn og liknende )
- Tusj (vannfast til skriving på prøveposer)
- "Kartmappe" (hard plate/underlag til å skrive/tegne kart på)
- Feltdagbok
- Blyant - fungerer i regn!
- Lupe (lupe m/10x /biolupe)
- Fargeblyanter
- Tynn, vannfast tusjpenn (svart) til linjer på kart + symbol
- Linjal eller målebånd
- Kompass med inklinometer (gradskive, vanlig merke er Silva®)
- Stoppeklokke (sjekk mobiltlf, til oppgaver som krever måling av vannføring/hydrologi)
- Kamera (sjekk mobiltlf)

### Valgfritt:

- GPS (sjekk mobiltlf)
- Meterbånd (10-30m) til å måle skråning, tjukkelse på lag m.m.

## 1.2 Til læreren ved Strinda vgs.

Strinda videregående skole er en skole i urbane omgivelser, og en skulle kanskje tro at det ikke var noe av geologisk interesse her. Dette viste seg å være feil. Skolen ligger eksempelvis i nærheten av et gammelt klebersteinbrudd som ble brukt for uttak av kleberstein til bygging av Nidarosdomen. Denne lokaliteten er dermed godt egnet for oppgaver relatert til georessurser. I tillegg er det flere veldig gode eksempler på bruk av sikring mot skred rundt klebersteinbruddet, så oppgaver knyttet til nettopp dette var det derfor naturlig å inkludere.

Østerlivegen og Persaunvegen hadde særdeles gode eksempler på magmatiske bergarter og det anbefales sterkt å besøke disse lokalitetene. Den samme lokaliteten har også tydelige spor etter isbreer, og det er laget oppgaver som omhandler prosesser og landformer relatert til dette.

Feltoppgavene som er laget til Strinda vgs. er inndelt etter tema, og er knyttet opp mot utvalgte læreplanmål i fagene Geografi vg.1, Geofag 1 og Geofag 2. Flere av oppgavene er lagt til samme lokalitet i nærmiljøet, men temaet vil variere. Det er derfor anbefalt å lese

igjennom oppgavene på forhånd om man evt. vil kombinere noen av oppgavene, og om disse egner seg i forhold til gjennomgått pensumstoff og tiden man har til rådighet.

Feltoppgavene er laget med tanke på at elevene skal jobbe i mindre grupper, gjerne 2-3 personer i hver gruppe. Til feltoppgavene følger en elevversjon og en lærerversjon med et fullstendig løsningsforslag.

Hver oppgave er bygd opp etter følgende inndeling;

**Overskrift:** Overskriften beskriver hvilket tema oppgaven tar for seg.

**Hensikt:** Målet for oppgaven og hensikten med feltarbeidet beskrives i detalj.

**Kompetansemål:** Kompetansemål som dekkes helt eller delvis i oppgaven skrives ned her. Kompetansemålene er hentet fra de tre fagene Geografi vg.1, Geofag 1 og Geofag 2.

**Pensumstoff som dekkes i denne oppgaven:** Her har vi listet opp sidetall og kapitler fra lærebøkene i geofagene og geografifaget, som vi mener dekkes helt eller delvis i oppgaven. Dette gjør det enklere å se om feltoppgavene kan kobles direkte mot teori fra læreboka.

**Temaer:** For å få en raskest mulig oversikt over temaer som dekkes i oppgaven, har vi laget en "temaliste" der de mest sentrale begrepene som omhandles er listet opp.

**Utstyrsliste:** Til hver feltoppgave er det vedlagt en utstyrsliste som inkluderer utstyr som er nødvendig for å kunne løse oppgavene.

**Forarbeid:** Forarbeidet er sterkt anbefalt å gjennomføre før feltarbeidet, slik at læringsutbyttet i felt blir størst mulig. Forarbeidsoppgavene er lagt opp slik at de tar for seg temaer og oppgavetyper som likner det elevene vil møte i feltarbeidet.

**Feltarbeid:** Oppgavene som skal besvares gjennom i feltarbeidet er tilknyttet geofag i nærmiljøet rundt skolen, og de er tilpasset de ulike geotopene. Det er lagt opp til elevaktive arbeidsmåter observasjon, kartlegging og dokumentasjon i feltarbeidet der elevene selv skal få erfaringer med de geofaglige fenomenene.

**Etterarbeid:** med etterarbeidet får elevene mulighet til å bearbeide materialet og resultatene de har hentet inn fra feltarbeidet. Elevene får studere teoristoffet på nytt, med nye erfaringer fra det praktiske feltarbeidet. Etterarbeidet gir større dybde innenfor fagstoffet, men det er rom for å gjøre endringer i forhold til hvordan etterarbeidet er utformet. På de forskjellige oppgavene er det laget forslag om å lage bildeserier, prosjektarbeid, rapportskrivning, utdypende teoretiske oppgaver, kartanalyse o.l. Her kan



man selvfølgelig gjøre endringer om noe skulle passe bedre enn det som er foreslått. Det er heller ikke ment at man behøver å gjennomføre alle oppgavene, men at man kan gjøre et utvalg.

*“Den klassiske ekskursjonen, med læreren som forklarer og peker, og elever som lytter og ser, er vanligvis ikke et opplegg for uteundervisning som kan anbefales”*. Dette sitatet av (Prestvik, 2013, s. 93) hadde vi i bakhodet da oppgavene ble utformet. Av erfaring fra egen skolegang kan vi si oss enige i at man lærer svært lite av å se på at læreren peker og forklarer når man er ute i felt, sammenlignet med å få førstehånds erfaring med fenomenene selv. Oppgavene er derfor utformet slik at elevaktivitet står i fokus, og læreren er mer en veileder og tilrettelegger enn en foreleser. Det blir elevenes oppgave å utforske for eksempel sporene etter et kvikkleireskred.

Mange av oppgavene til feltarbeidet er laget med stor føring og klare instruksjoner. Dette ble gjort med tanke på at det kreves trening og erfaring fra feltarbeid for å kjenne igjen spor etter geofaglige fenomener. Å utvikle et slikt observasjons- og tolkningsverktøy, såkalte “geobriller” er noe man må jobbe med (Frøyland og Remmen, 2013). Det kan bli stor forvirring ute i felt om elevene ikke helt vet hva de skal lete etter. Derfor følger et grundig forarbeid som forbereder elevene på det de skal studere i feltarbeidet.

Opgavene kan med fordel gjøres mer utforskende når elevene har fått trening med feltarbeid, jobber selvstendig og er klare for større utfordringer. Dette vil gjøre vanskelighetsgraden på oppgavene noe større. Noen aktiviteter kan også legges opp slik at elevene er aktive i planleggingsarbeidet innendørs før feltarbeidet, slik at de får større tilhørighet til feltarbeidet ute. Dette gir aktiviteten en større grad av læring gjennom kartlegging, dokumentasjon, utforskning og forskning og deltakelse i oppgaveløsningen som et prosjekt, og vil trolig lede mot et bedre læringsutbytte.

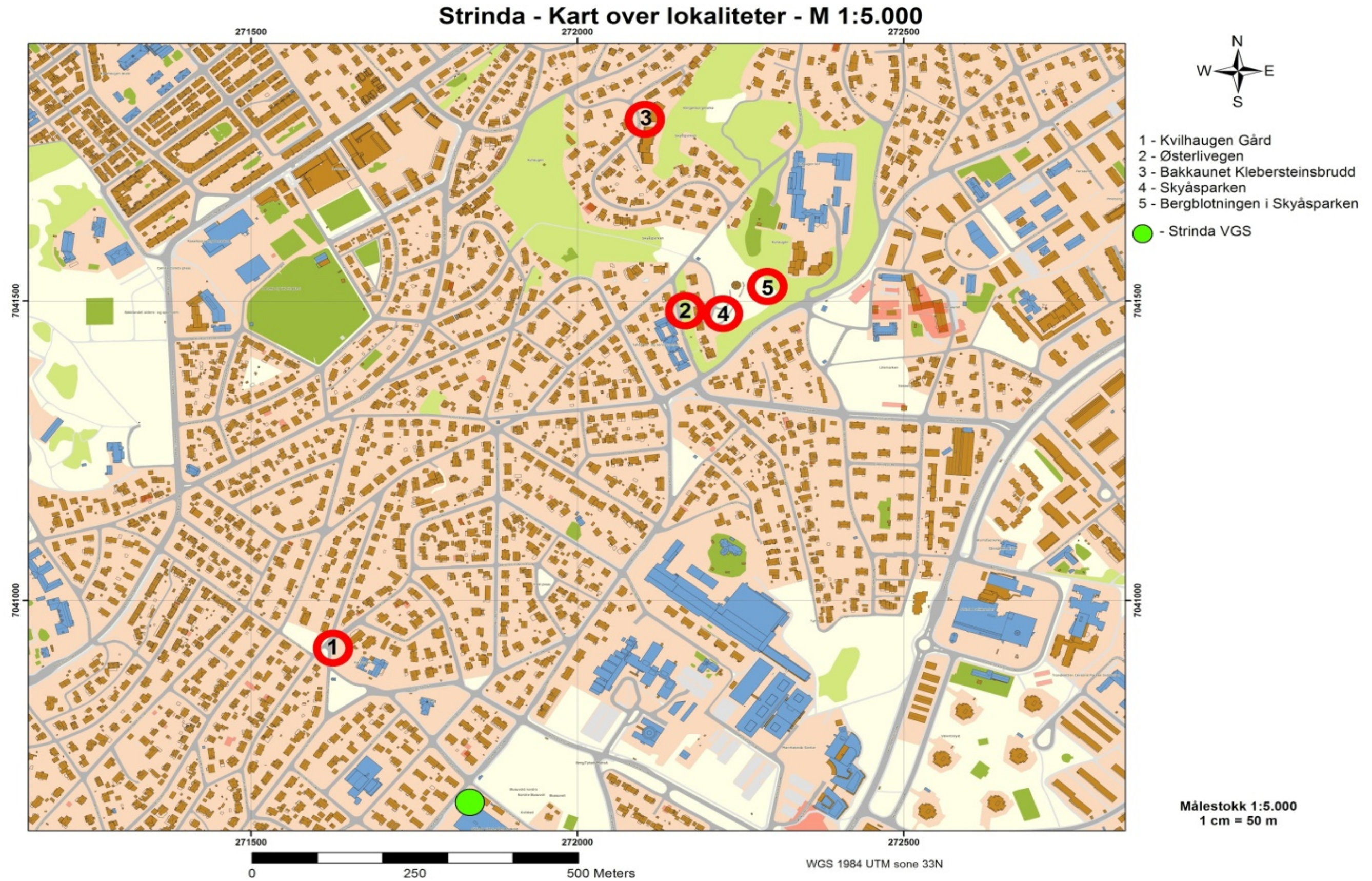
Vi har prøvd å integrere bruk av feltbok i de fleste oppgavene. Feltboka kan fungere som vurderingsgrunnlag. Det er mulig å gi skriftlige prøver som krever at elevene bruker feltboka som hjelpemiddel for å kunne løse oppgavene. Dette kan motivere elevene til å bruke tid på å skrive gode notater i felt og i tillegg bearbeide resultatene under etterarbeidet. Feltboka kan være et nyttig hjelpemiddel før en eventuell muntlig eksamen.

Kartene til oppgavene ligger under "Elevoppgaver".

## 1. Innledning – Hvorfor drive med lokalt feltarbeid i geofag?







Figur 1: Kart over hvor man finner de ulike lokalitetene.







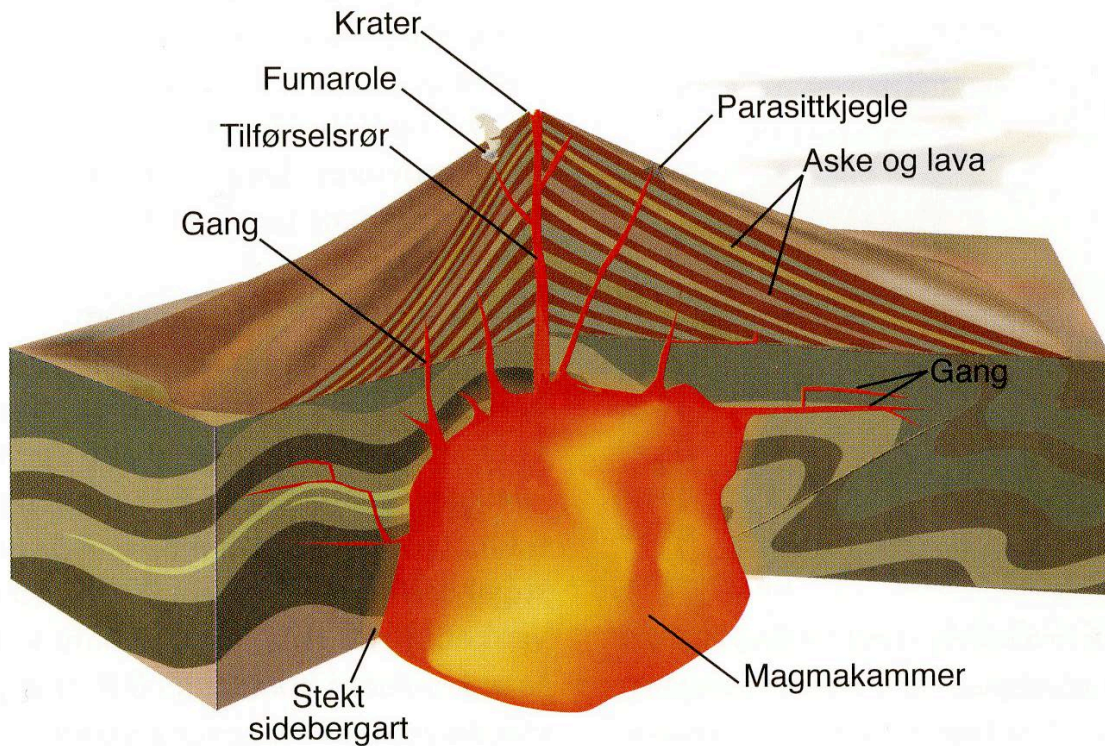
## 2. Klassifisering av bergarter

Dette er en utvidet beskrivelse av kapittel 2 i Geofag 1, *terra mater* side 33-55. For en mer utfyllende beskrivelse av hvordan bergarter dannes kan vi anbefale Haakon Fossens "*Geologi - Stein, mineraler, fossiler og olje*" (2008), sidene 39-74. Bergarter deles inn i tre typer etter hvordan de dannes; magmatiske bergarter, sedimentære bergarter og metamorfe bergarter. Dannelse av bergarter er en evig sirkel som er forsøkt forklart i bergartssyklusen (avsnitt 2.4).

### 2.1 Magmatiske bergarter

Nede i jordskorpen er temperaturen så høy at steinmateriale smelter. Denne smeltmassen kalles for magma. Alle bergarter som er dannet ved størkning og krystallisering av magma kalles derfor magmatiske bergarter (eller størkningsbergarter). Magmaen stiger oppover i jordskorpen fordi den er lettere enn den kjøligere berggrunnen i skorpen som ligger over. Magmaen trenger inn i andre bergarter og kan bryte seg frem i dagen som lava eller vulkansk aske. Når smeltmasse trenger inn i en annen bergart uten å komme helt til overflaten av jorda kalles det intrusive bergarter. Dersom smeltmassen når helt opp til overflaten kalles det ekstrusive bergarter. Vi kan dermed skille mellom intrusive og ekstrusive (eller eruptive) bergarter.

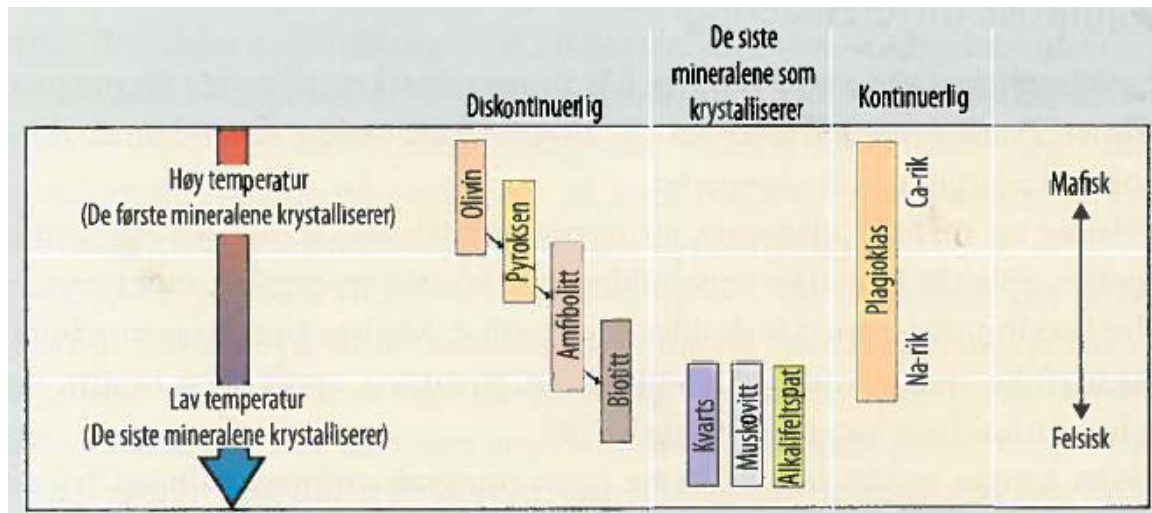
Magma som ikke når opp til overflaten vil størkne i jordskorpa og bli til intrusive bergarter, også kalt dypbergarter. Disse bergartene består av store krystaller (dvs. er grovkrystalline) fordi mineralene har størknet sakte, og mineralene lager krystaller som er lett å se; et eksempel er granitt som vanligvis har rosa-rød farge. Magma som størkner i sprekker og spalter kalles for gangbergarter. Disse bergartene blir mer finkornige fordi de har størknet raskere. Den mest kjente gangbergarten i Norge er Rombeporfyr med store, lyse grå feltspatkrystaller i en finkornig mørk masse. Magma som har størknet oppå eller like under jordoverflaten kalles for vulkanske bergarter eller dagbergarter. Disse krystalliserer hurtig hvilket gir små korn i en tett masse; et eksempel på dette er basalt (brun-svart farge og veldig små til "usynlige" krystaller også kalt finkornig).



Figur 2. Illustrasjon av et magmakammer med overliggende vulkan. Fra Fossen (2008, side 39). Tilsvarende er figur 2.12 side 39 i *terra mater* (Karlsen, 2007).

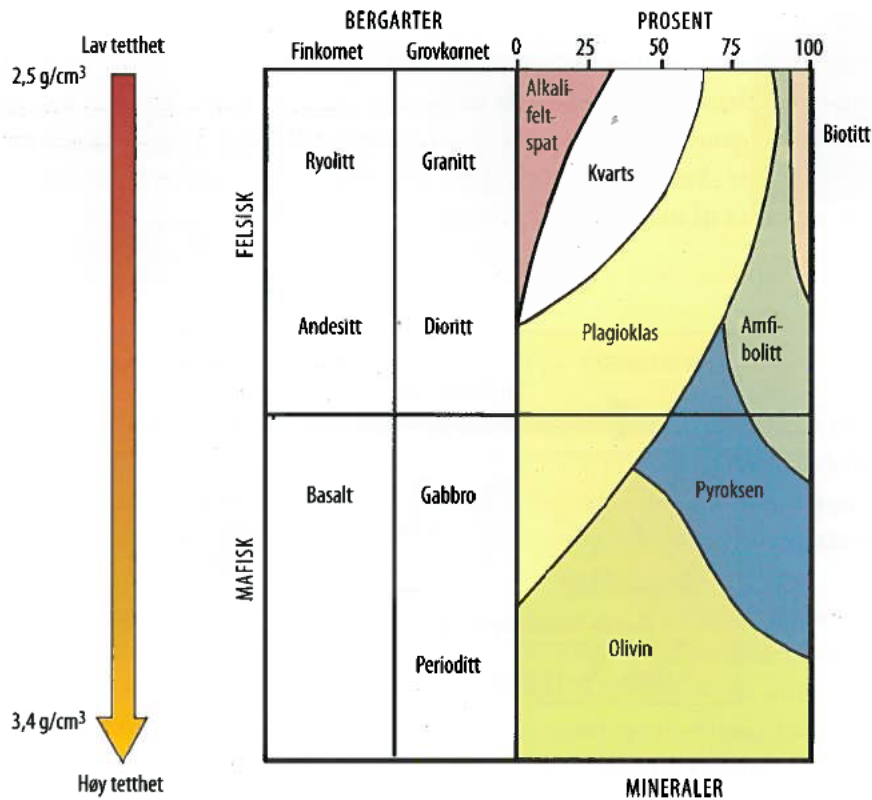
Gabbro er en mørk, tung og grovkornig dypbergart som består av hvit plagioklas, svart pyroksen, amfibolitt og olivin. Diabas og basalt har samme sammensetning som gabbro, men er henholdsvis en gangbergart og dagbergart og følgelig finkornige. Gabbro, diabas og basalt avsettes i havbunnskorpen og basalt er den eruptive bergarten som har størst utbredelse på jordoverflaten.

Det finnes veldig mange ulike typer magmatiske bergarter og dette skyldes noe som kalles for fraksjonert krystallisering som skjer når magmaen størkner. Når en smeltemasse med kjemisk sammensetning tilsvarende basalt avkjøles i et kammer i jordskorpen, krystalliserer først de mørke jern- og magnesiumholdige mineralene, som regel i rekkefølgen olivin, pyroksen, amfibolitt og biotitt, se Figur 2. De lyse mineralene krystalliserer senere, bortsett fra kalsiumrik feltspat (plagioklas), som krystalliserer sammen med pyroksen, olivin og amfibolitt og danner gabbro og basalt. Når de mørke mineralene er krystallisert ut fra smelten, er restsmelten blitt relativt rikere på silisium, aluminium, kalium og natrium. Kalium- og natriumrike feltspater, samt kvarts, krystalliserer derfor i siste fase under avkjølingen av magmaet, sammen med biotitt. Denne utfellingen av mineraler er styrt av temperatur (og trykk) i skorpen. Dypbergarter som granitt størkner ut fra den siste fasen i krystalliseringer, og forekommer oftest i kontinentalskorpen som blant annet intrusjoner, dvs. intrusive bergarter.



Figur 3 Bowens reaksjonsserie viser rekkefølgen for krystallisasjon av mineraler i en steinsmelte (Karlsen, O., 2007 *Terra Mater* side 38. H. Aschehoug & Co). Denne figuren forklarer fraksjonert krystallisasjon som følge av synkende temperatur i et magmakammer.

I tillegg til fraksjonert krystallisasjon kan andre prosesser i smeltemassene gi et mangfold av bergarter. Magmaer kan blande seg, splittes og endres i sammensetning, f.eks ved at sidebergarten begynner å smelte og tilføres magmaen. Det er mineralinnholdet som bestemmer hva slags bergart som dannes. Bergartene deles inn i **felsisk** og **mafisk** bergart (Figur 3) hvor **felsisk** (eng: felsic) kommer av ordene **felt**spar + **silica** (kvarts) + **isk** som har lys farge og inneholder hovedsakelig lyse mineraler som kvarts, feltspat og plagioklas (grå-hvit til rosa farge). Disse bergartene er sure fordi de inneholder mye  $\text{SiO}_2$  (silisiumoksid = kvarts). **Mafisk** (eng: mafic) kommer av ordene **ma**gnesium + **fer**ric (jern) + **isk** som har mørk farge og inneholder mineraler som olivin, pyroksen, og amfibol og har grønn til brun/svart farge. Betegnelsen "grovkornet" bergart i figuren henviser til dypbergarter som størkner sakte i dypet og får store krystaller, mens "finkornet" henviser til dagbergarter (eruptive bergarter på overflaten) som avkjøles fort og får veldig små krystaller (Figur 3). I tillegg har mørke, jern- og magnesiumrike mineraler større egenvekt enn lyse,  $\text{SiO}_2$ -rike mineraler (Figur 3).



Figur 4 Navnet på ulike finkornete og grovkornete magmatiske bergarter og deres innhold av mideraler i prosent (Karlsen, O.(2007) *Terra Mater* side 37. Aschehoug & Co).

## 2.2 Sedimentære bergarter

Sedimenter er løsmasser som er blitt avsatt i vann, luft eller is, eller dannet gjennom forvitring. Sedimentene dannes som et resultat av de ytre prosessene forvitring, transport og avleiring. Sedimentene deles inn etter dannelsesmetode. Klastiske sedimenter består av partikler fra forvitret og erodert eldre berggrunn. Disse deles inn etter kornstørrelse, se Figur 4.

Sediment	Kornstørrelse
Leire	< 0.002 mm
Silt	0.002–0.06 mm
Sand	0.06–2 mm
Grus	2 mm–6 cm
Stein	6–25 cm
Blokk	> 25 cm



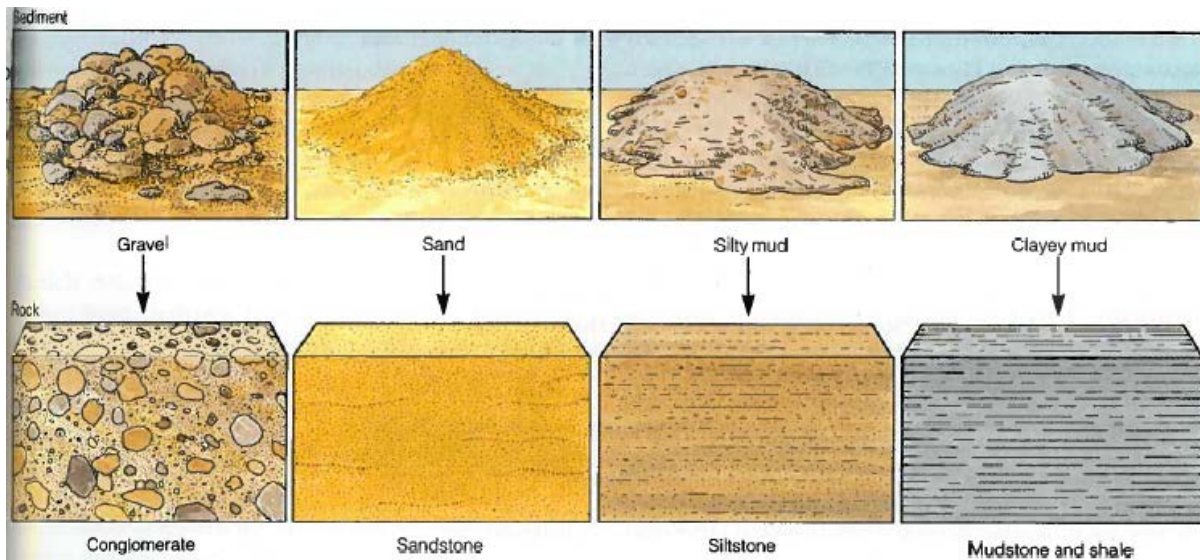
**Figur 5. Klassifisering av sedimenter etter kornstørrelse (dvs. største diamenter) (Karlsen, O.(2007) *Terra Mater* side 44. Aschehoug & Co). Partikler fra størrelse sand og grovere kan sees uten hjelpemiddel. Silt kan "kjennes" mellom fingrene og for å teste om det er leire eller silt kan materialet tygges; silt knaser i tennene, mens leire knaser ikke.**

Det kan være vanskelig å skille mellom leire, silt og sand siden de består av veldig små korn. For å skille mellom leire og silt er det mulig å ta "tyggetesten". Dersom du ikke kjenner knasing når du tygger prøven er det leire, mens hvis det knaser er det silt. For å skille silt og sand kan du ta "rulleprøven"; dersom du klarer å rulle sedimentene til en pølse er det silt, hvis ikke er det mest sand i prøven. Husk at det ofte ikke er ren silt, sand eller leire, men en blanding.

Kjemiske sedimenter er utfelt fra stoff som tidligere var oppløst i vann, eksempler er kalkstein, dolomitt, saltavleiring, gips osv. Biokjemiske sedimenter består av skjell og kalkskall etter døde organismer. Organiske sedimenter er dannet ved organismers virksomhet og innebærer torv, døde plante- og dyrerester. Sedimenter klassifiseres også etter avsetningsmiljø og deles inn i marine, isavsatte (glasiale), elveavsatte (fluviale) og vindavsatte (eoliske) sedimenter.

Dersom disse ulike sedimenttypene gjennomgår *diagenese*, blir sedimentene kittet sammen til sedimentære bergarter, det vil si fra løse masser til stein. Dette foregår ved sammenpressing, omkrystallisering og sementering av korn med nydannede mineraler. Når sedimenter herdes til faste bergarter blir stein og grus til konglomerat, sand til sandstein, leire til leirskifer og kalkslam til kalkstein, som vist på Figur 5. Sedimenter avsettes i sedimentasjonsbasseng eller forsenkinger og blir lagret for kortere eller lengre tid. Sedimentære bergarter får som oftest en lagdelt struktur.

*Diagenese*: herding til fast bergart. Dette er prosesser som fører til at sedimenter som f. eks. grus, sand, silt og leir, blir til faste bergarter. Prosessene omfatter sammenpressing, sementering med kvarts, jernoksider og kalkspat, rekrystallisering og kjemiske forandringer. Prosessene skjer under forhold der trykket er under 1 atm, og temperaturen under 200°C. Diagenese omfatter ikke prosesser som metamorfose eller forvitring (Sigmond m. fl., 2013).



Figur 6 Prinsippskisse av klastiske sedimenter og dannelse av sedimentære bergarter . (Skinner og Porter (1995) *The Dynamic Earth*, Wiley & Sons 3rd edition, se s. 115).

### 2.3 Metamorfe bergarter

En metamorf bergart er en magmatisk eller sedimentær bergart som har blitt utsatt for økning i trykk og temperatur. Metamorfosen, dvs. omvandlingen, kan være mekanisk ved at mineraler i en magmatisk eller sedimentær bergart endres på grunn av trykkpåvirkning, dvs. omkrystallisering skjer uten endring av den kjemiske sammenhengen, som f. eks. når kalkstein går over til å bli marmor. Eller ved endringer i den kjemiske sammensetningen ved at stoffer fjernes eller tilføres.

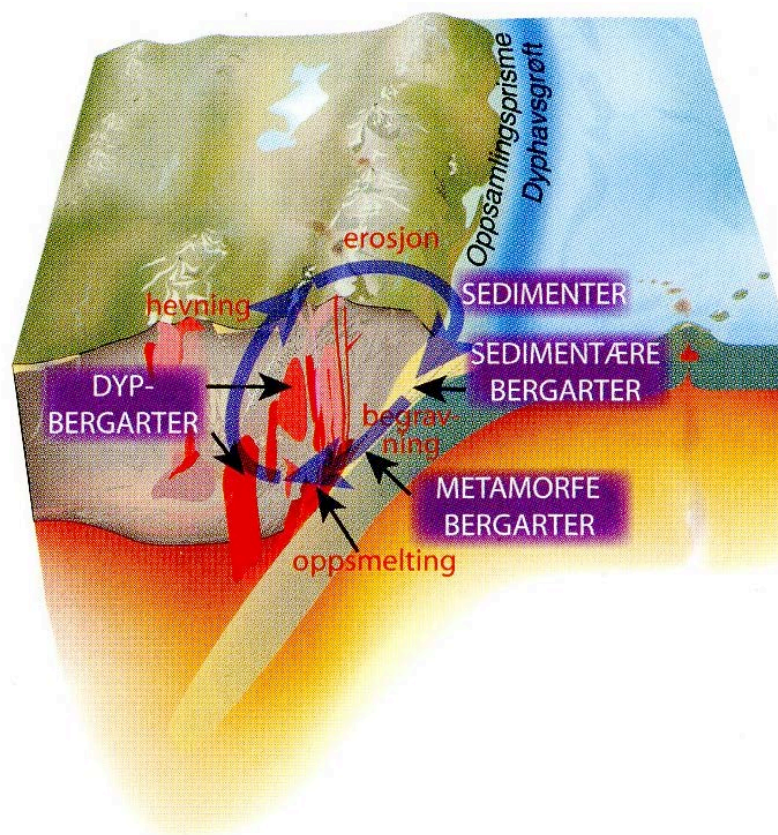
*Metamorfosen* av bergarten kan foregå ved regionalmetamorfose der bergarter utsettes for økende trykk og temperatur, f. eks. under fjellkjededannelse, ved at de blir skjøvet eller foldet dypt nede i jordskorpen. . Mineraler omkrystalliseres og kan lage tydelige bånd og lag i bergarten, og på grunn av sterkt trykk kan bergartene bli skifrige. Når basalt gjennomgår metamorfose blir den omdannet til grønnstein som med videre metamorfose blir til grønnskifer. Kontaktmetamorfose er geografisk mer lokal og skjer når f. eks. bergartene rundt et vulkanrør eller en gang utsettes for temperaturstigninger, dvs. stekes som i en stekovn.

*Metamorfose*: omskapelse, forandring av form, omdanning: prosesser som fører til at en bergart får sin mineralsammensetning og struktur endret på grunn av forandring i trykk, temperatur og /eller deformasjon. De endrede forhold gjør at de eksisterende mineraler ikke lenger er stabile, og nye mineraler dannes. Til metamorfose regnes ikke forvitring eller sementering av løse masser til faste bergarter (Sigmond m.fl., 2013).

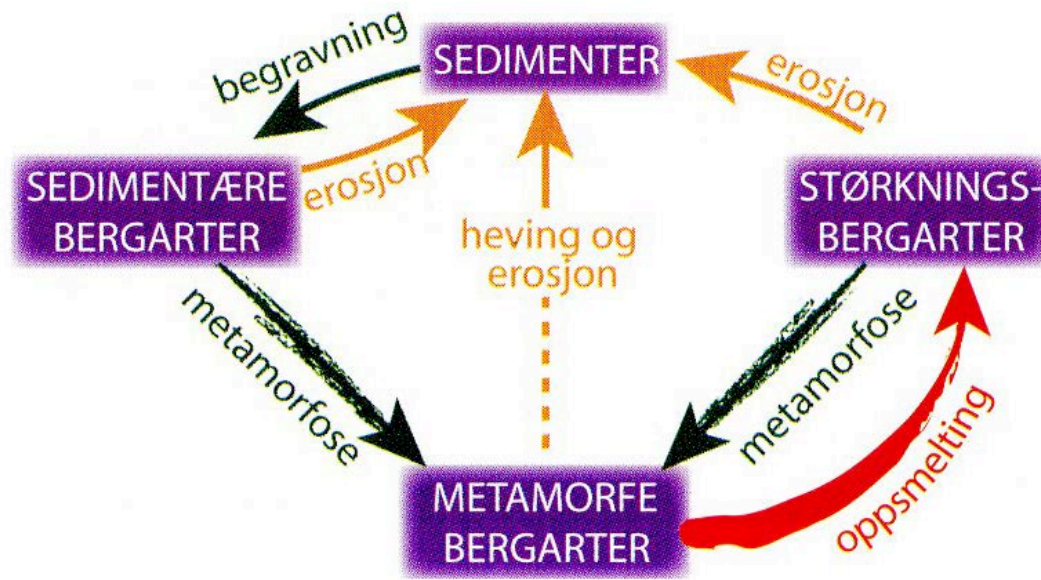
## 2.4 Bergartssyklusen

Proessen med å danne bergarter er en evig sirkel (Figur 6). Et eksempel på den evige syklusen er i en subduksjonssone hvor for eksempel en havbunnskorpe ("tung", dvs. høy tetthet) går ned og under en kontinentalskorpe ("lett", dvs. lav tetthet).

Dannelse av bergarter er i en evig syklus. Magmatiske bergarter eroderes og danner sedimentære bergarter, som senere blir omdannet til en metamorfe bergarter. Ved en subduksjonssone, der en havbunnsplate går ned og under en kontinentplate, skjer en omvandling og/eller oppsmelting av bergartene i skorpen, vulkansk aktivitet og nydannelse av bergarter. Disse vil igjen eroderes og danner grunnlaget for sedimenter til sedimentære bergarter, Figur 6 av Fossen (2008, se side 74).



Figur 7. Dannelse av bergarter er i en evig syklus. Figur av Fossen (2008, se side 74).



Figur 8. Bergartssyklusen illustrert skjematisk, fra Fossen (2008, se side 74)



### 3. Marin grense og landheving i Trondheim - løsningsforslag



Figur 8: Marin grense og landheving i Trondheim.

#### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er å gjøre elevene kjent med hva som menes med marin grense, samt se omfanget av den marine grensen i landskapet i Trondheim.

#### Kompetansemål:

*Mål for opplæringen er at eleven skal kunne...*

- Observere, beskrive og navngi landskapsformer dannet av isbreer og vurdere hvilke prosesser som kan føre til disse formene (Geofag 1/Geofag X)
- Trekke ut og analysere informasjon fra forskjellige typer geofaglige kart, flybilder, radarplott og satellittbilder(Geofag 1/Geofag X).

#### Pensumstoff som dekkes i oppgaven:

Kap. 7: Isbreer- prosesser og landformer. Læreboken for geofag 1 (Karlsen, 2007).

Kap. 3: Istidene og klimaet etter siste istid. Læreboken for Geofag 2 (Karlsen, 2008).



**Temaer:**

Marin grense  
Siste istid (=Weichsel tid= 115 000 til 11 700 år siden)  
Tautra-trinnet (=10 600 år siden)  
Kvartærgeologi  
Landheving  
Kvikkleire

**Utstysrliste:**

Feltdagbok  
Noe å skrive med (blyant)

3.1.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Kvikkleire i Trondheim

Les artikkelen i lenken under:

[http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu\\_forskningstorget\\_06.pdf](http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu_forskningstorget_06.pdf)

*Til læreren: Dette heftet kan gjerne skrives ut til elevene (3 dobbeltsider) og brukes underveis i forarbeidet og etterarbeidet.*

Oppgave 2 - Tyholttårnet

Hvordan vil du forklare Figur 9?

*Landhevingen som følge av isens tilbaketrekning under siste istid (Weichsel) har ført til at det som tidligere var havbunn nå er tørrlagt.*

*(Denne landhevingen fortsetter per dags dato i Trondheimsområdet med en hastighet på ca 3 mm. i året).*



Figur 9: Havnivået for om lag 10 000 år siden.

### Oppgave 3 - Marin grense i Trondheim

a) Hva menes med begrepet marin grense (MG)?

*Med marin grense menes det høyeste nivået som havet har nådd på et sted etter at det ble isfritt etter siste istid.*

b) Hva er den marine grense i Trondheim?

*Ca. 175 m.o.h.*

c) Marker Tyholttårnet på det topografiske kartet (Figur 10). Finn også ut hvor høyt selve Tyholttårnet er, og hvor høyt over dagens havnivå foten av tårnet er. Synes du dette stemmer med Figur 9?

*Opp til første utkikkspunkt er tårnet 70 m. Foten av tårnet ligger i dag 112,5 m.o.h. Til sammen utgjør dette en total høyde på 182,5 m.o.h, noe som ser ut til å stemme ganske bra med Figur 9.*

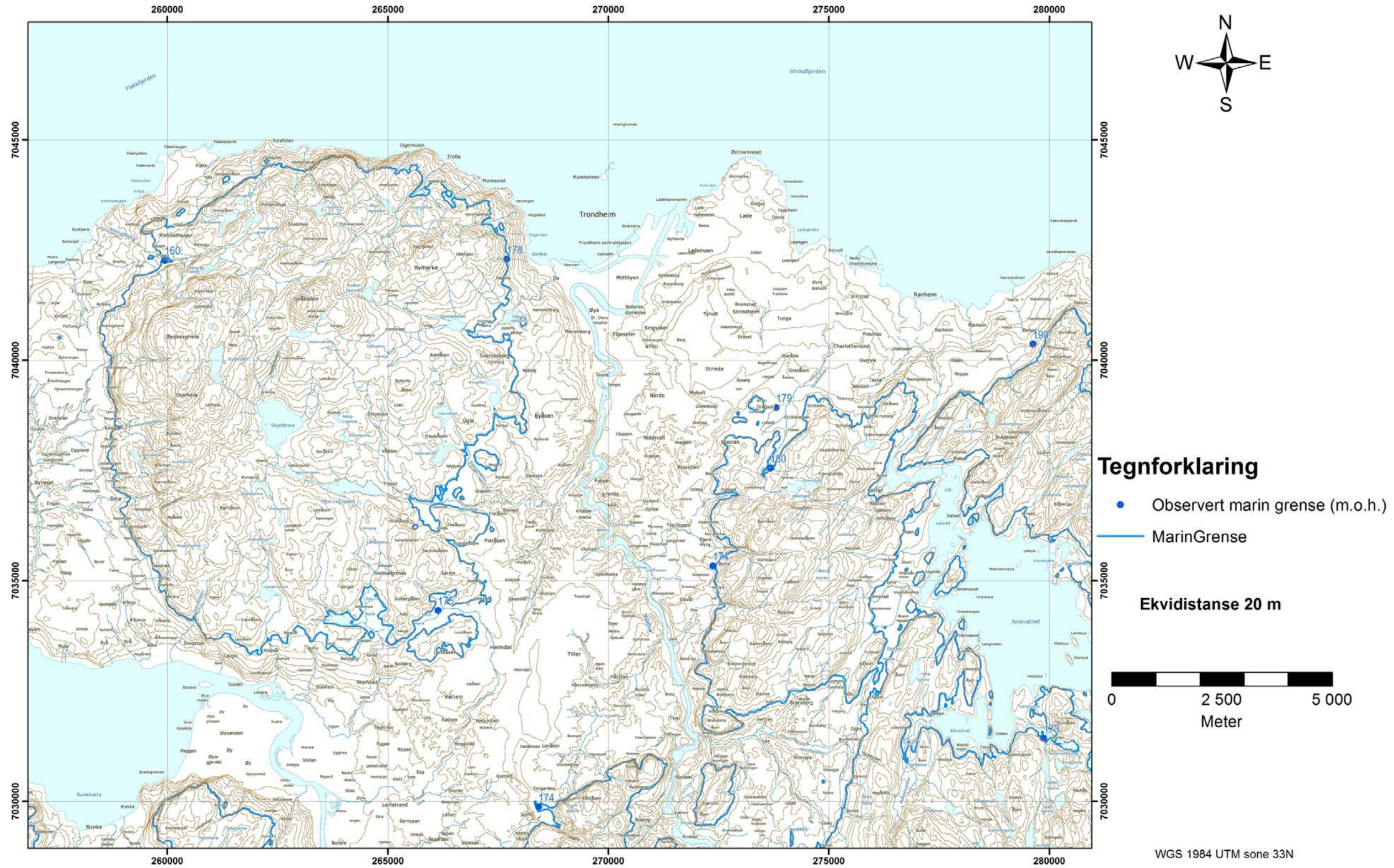
Hentet fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/Tyholtt%C3%A5rnet> (20.07.2015).

d) Bruk det vedlagte topografiske kartet (Figur 10) til å tegne inn marin grense for Trondheimsområdet. Dette gjøres ved å tegne linjer langs høydekurvene som tilsvarer samme høyde som marin grense.

### 3. Marin grense og landheving i Trondheim - løsningsforslag



### Topografisk kart Trondheim M 1:75 000



Figur 10: Topografisk kart over Trondheim med marin grense - løsningsforslag.





### 3.1.2 Feltarbeid

Marin leire er god dyrkningsjord, og man finner derfor ofte den marine grense ved skillet mellom fast fjell og oppdyrkede områder.

Besøk Tyholttårnet, Kuhaugen utkikkspunkt eller Kvilhaugen Gård for å se etter spor i landskapet etter den marine grense. Prøv å se for deg hvordan det så ut når havnivået var på sitt høyeste.

Bruk Tyholttårnet som referanse og tegn en skisse over hvordan landskapet så ut for ca. 10 000 år siden.



**Figur 11: Kuhaugen utkikkspunkt.**



### 3.1.3 Etterarbeid

Gjør research på hvordan isavsmeltingen og landhevningen i Trondheim har foregått gjennom de siste 30 000 årene. Knytt dette opp mot det du gjorde i forarbeidet, samt de observasjonene du gjorde i felt, og lag en presentasjon som du presenterer foran klassen.

“Gråsteinen 5” er et veldig godt utgangspunkt til dette arbeidet.



**Figur 12: Hvordan tror du landskapet så ut etter at isen forsvant?**

### 3.2 Marin grense og landheving i Trondheim - elevoppgaver



Figur 13: Marin grense og landheving i Trondheim. Havnivået for om lag 10 000 år siden.

Utstørliste:

Feltdagbok

Noe å skrive med (blyant)

#### 3.2.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Kvikkleire i Trondheim

Les artikkelen i lenken under:

[http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu\\_forskningstorget\\_06.pdf](http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu_forskningstorget_06.pdf)

Oppgave 2 - Tyholttårnet

Hvordan vil du forklare Figur 13?

Oppgave 3 - Marin grense i Trondheim

a) Hva menes med begrepet marin grense (MG)?

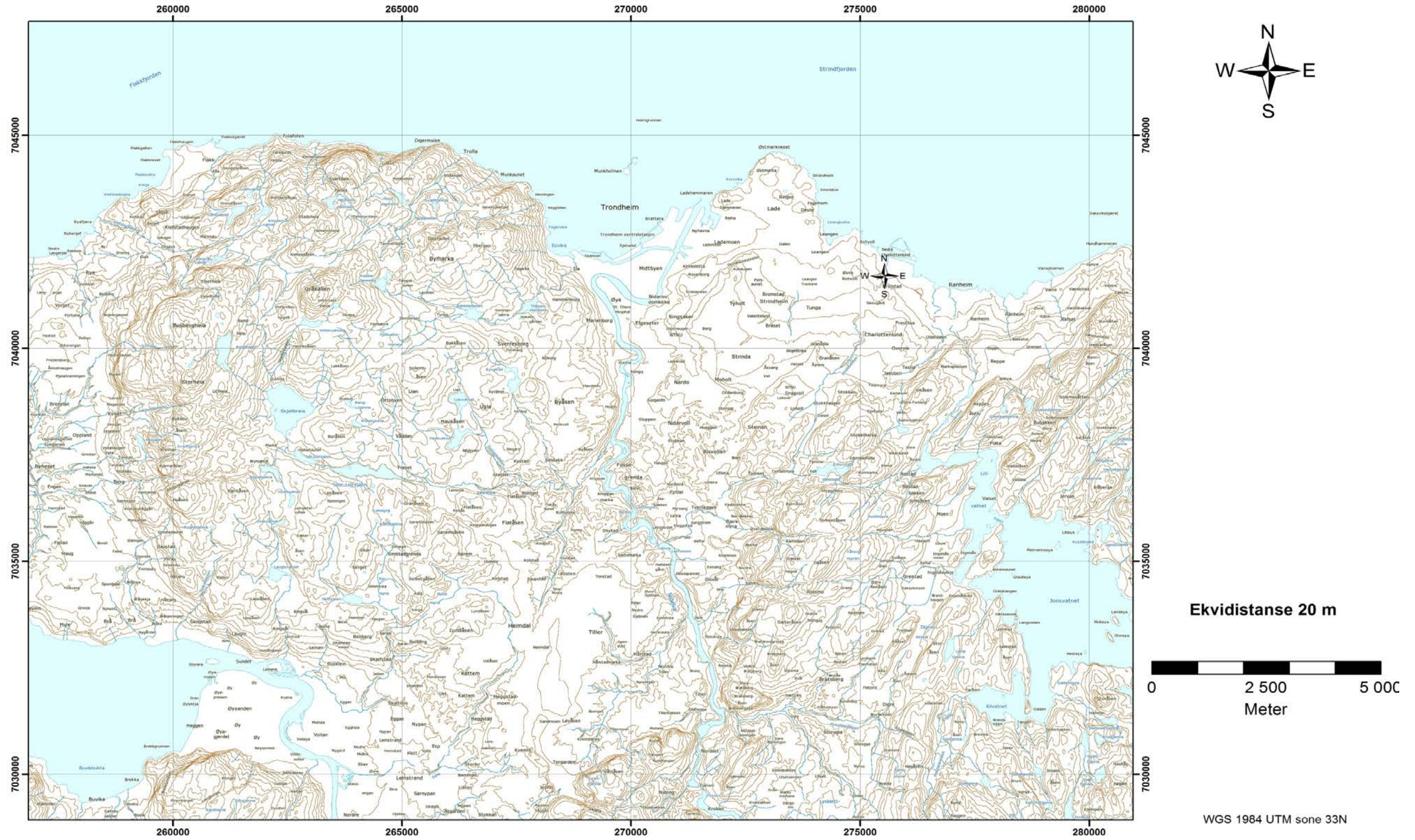
b) Hva er den marine grense i Trondheim?

c) Marker Tyholttårnet på det topografiske kartet Figur 14. Finn også ut hvor høyt selve Tyholttårnet er, og hvor høyt over dagens havnivå foten av tårnet er. Synes du dette stemmer med Figur 13?

d) Bruk det vedlagte topografiske kartet (Figur 14) til å tegne inn marin grense for Trondheimsområdet. Dette gjøres ved å tegne linjer langs høydekurvene gjennom punkter som ligger på samme høyde som marin grense.



### Topografisk kart Trondheim M 1:75 000



Figur 14: Topografisk kart over Trondheim.





### 3.2.2 Feltarbeid

Marin leire er god dyrkningsjord, og man finner derfor ofte den marine grense ved skillet mellom fast fjell og oppdyrkede områder.

Besøk Tyholttårnet, Kuhaugen utkikkspunkt eller Kvilhaugen Gård for å se etter spor i landskapet etter den marine grense. Prøv å se for deg hvordan det så ut når havnivået var på sitt høyeste.

Bruk Tyholttårnet som referanse og tegn en skisse over hvordan landskapet kan ha sett ut for ca. 10 000 år siden.



**Figur 15: Kuhaugen utkikkspunkt.**



### 3.2.3 Etterarbeid

Gjør research på hvordan isavsmeltingen og landhevningen i Trondheim har foregått gjennom de siste 30 000 årene. Knytt dette opp mot det du gjorde i forarbeidet, samt de observasjonene du gjorde i felt, og lag en presentasjon som du presenterer foran klassen.

“Gråsteinen 5” er et veldig godt utgangspunkt til dette arbeidet Reite m. fl. 1999).



Figur 16: Hvordan tror du landskapet så ut etter at isen forsvant?

## 4. Forvitring - løsningsforslag



Figur 17: Forvitring

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er å lære om eksempler på mekanisk og kjemisk forvitring, samt se eksempler på dette i felt. I tillegg skal oppgaven gi elevene mulighet til å beskrive bergartene de ser ved hjelp av enkle beskrivelser som farge, form og struktur, og prøve å gjette hva slags type bergart det kan være.

### Kompetansemål:

*Mål for opplæringen er at elevene skal kunne...*

- Forklare dannelsen av magmatiske og metamorfe bergarter (Geofag 1/Geofag X).
- Gjøre rede for dannelsen av sedimenter og sedimentære bergarter (Geofag 1/Geofag X).

**Pensumstoff som dekkes i oppgaven:**

Kap 2: Bergarter. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

Kap 2: Geologi (Kjemisk og mekanisk forvitring). Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

**Temaer:**

Mekanisk forvitring

Kjemisk forvitring

Grønnstein

Rotsprengning

Utfelling av mineraler

Beskrivelse av bergarter

**Utstysrliste:**

Feltdagbok

Noe å skrive med (blyant)

4.1.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Forvitring

a) I geologi snakker en ofte om begrepet forvitring. Hva menes med dette begrepet?

*Forvitring er ifølge Sigmond, Brynhi og Jorde (2013) "nedbrytning av overflaten som følge av temperaturforandringer og ved påvirkning fra regnvann og luft.*

b) Hvilke to hovedtyper forvitring skiller vi mellom?

*En skiller mellom mekanisk og kjemisk forvitring.*

c) Hva kjennetegner disse to hovedtypene?

*Se under (d).*

d) Kom med eksempler på hver av de to hovedtypene.

*- Mekanisk forvitring: Fysiske krefter virker (vind, vann, temperaturforskjeller o.l.) på berget og bryter det ned.*

*- Kjemisk forvitring: Oppløsning av mineraler ved hjelp av vann, særlig surt vann.*

#### 4.1.2 Feltarbeid

Gå til bergblotningen som er like nedenfor Kvilhaugen Gård, vist som lokalitet 1 på kartet (

Figur 1). En alternativ lokalitet er blotningen ved porten til Luftkrigsskolen i Presthusaunevegen, lokalitet 6.

En *bergblotning* er et område uten løsmasser der berggrunnen er synlig i overflaten.

Oppgave 1 - Beskrivelse av bergarten:

a) Hva ser du? Hvordan vil du beskrive denne bergarten (tenk på farge, form, struktur)? Bergarten er veldig typisk for Trondheimsområdet. Vet du hva den heter?

*Grønnlig og massiv bergart, noe oppsprukket, lavgrads metamorf. Den er også skifrig i et mer svakere og oppsprukket lag.*

*Mer presist er bergarten en grønnstein. Grønnstein er en massiv, omdannet basalt eller diabas. Den grønne fargen skyldes mineralene kloritt, aktinolitt og epidot. Denne grønnsteinen er sannsynligvis av kambro-silurisk tidsalder (542-417 millioner år siden).*

b) Bergarter kan beskrives som enten massive eller skifrige. Finn minst to eksempler på steder i bergblotningen der du ser disse forskjellene. Hvilke av disse to strukturene dominerer? Se Figur 18 og Figur 19 for en forklaring av struktur.

*Bergarten bærer i hovedsak preg av en mer skifrig struktur, men vi er her ute etter å få eleven til å reflektere over at det finnes lokale variasjoner i samme type bergart.*





Figur 18: Eksempel på skifrig struktur.



Figur 19: En massiv bergart (hel brunost) kan bli skifrig (brunostskiver) dersom den blir utsatt for store nok ytre krefter (ostehøvel).

## Oppgave 2 - Trerøtter:

Langs det skifrige laget kan en få øye på trerøtter. Hvorfor tror du røttene følger denne lagdelingen, og hva kalles dette fenomenet?

*Røttene følger denne lagdelingen fordi dette er det svakeste laget, og det gir røttene minst motstand i forhold til å vokse (minste motstands vei). I tillegg er det trolig rikelig med næringsholdige mineraler som hjelper treet med å vokse. Fenomenet hvor røtter sprenger seg vei kalles rotsprengning, (og er en type mekanisk forvitring).*





**Figur 20: Røtter som vokser langs det skifrige laget.**

**Oppgave 3 - Forskjellige farger:**

Enkelte steder bærer bergarten et tydelig preg av en mer gulaktig og rødlig farge. Hva tror du disse fargene kommer av? (Hint: kjemi).

*Det er her snakk om en kjemisk utfelling av mineraler. Den rødlige fargen skyldes utfelling av jernoksider (dvs. rust), mens den gulaktige fargen gjerne forbindes med utfelling av grunnstoffet svovel.*



Figur 21: Rød og gul magi bilde fra blotning ved Kvilhaugen Gård.





Figur 22. Rød og gul magi bilde fra blotning ved Luftkrigsskolen.

#### Oppgave 4 - Forvitring:

I forarbeidet svarte du på spørsmål om kjemisk og mekanisk forvitring. Kan du finne eksempler på dette her?

*Mekanisk forvitring: Rotsprengningen.*

*Kjemisk forvitring: Utfellingsområdet.*

#### 4.1.3 Etterarbeid

Finn fram feltdagboken din. Hvilke eksempler fant du på kjemisk og fysisk forvitring? Lag tegninger av dette i feltdagboken din.

Finn også eksempler på forskjellige typer mekanisk og kjemisk forvitring og lag en bildepresentasjon hvor du forteller om de ulike typene.



## 4.2 Forvitring - elevoppgaver



Figur 23: Forvitring

### Utstørliste:

Feltdagbok  
Noe å skrive med (blyant)

### 4.2.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - Forvitring

- I geologi snakker en ofte om begrepet forvitring. Hva menes med dette begrepet?
- Hvilke to hovedtyper forvitring skiller vi mellom?
- Hva kjennetegner disse to hovedtypene?
- Kom med eksempler på hver av de to hovedtypene.



#### 4.2.2 Feltarbeid

Gå til bergblotningen som er like nedenfor Kvilhaugen Gård, vist som lokalitet 1 på kartet

Figur 1). En alternativ lokalitet er blotningen ved porten til Luftkrigsskolen i Persaunevegen, lokalitet 6.

En *bergblotning* er et område i naturen der berggrunnen er synlig i overflaten.

Oppgave 1 - Beskrivelse av bergarten:

a) Hva ser du? Hvordan vil du beskrive denne bergarten (tenk på farge, form, struktur)? Bergarten er veldig typisk for Trondheimsområdet. Vet du hva den heter?

b) Bergarter kan beskrives som enten massive eller skifrige. Finn minst to eksempler på steder i bergblotningen der du ser disse forskjellene. Hvilke av disse to strukturene dominerer? Se Figur 24 og Figur 25 for en forklaring av struktur.



Figur 24: Eksempel på skifrig struktur.



**Figur 25:** En massiv bergart (hel brunost) kan bli skifrig (brunostskiver) dersom den blir utsatt for store nok ytre krefter (ostehøvel).

#### Oppgave 2 - Trerøtter:

Langs det skifrige laget kan en få øye på trerøtter. Hvorfor tror du røttene følger denne lagdelingen, og hva kalles dette fenomenet?



**Figur 26:** Røtter som vokser langs det skifrige laget.



Oppgave 3 - Forskjellige farger:

Enkelte steder bærer bergarten et tydelig preg av en mer gulaktig og rødlig farge. Hva tror du disse fargene kommer av? (Hint: kjemi).



Figur 27: Rød og gul magi.





Figur 28. Rød og gul magi bilde fra blotning ved Luftkrigsskolen.

#### Oppgave 4 - Forvitring:

I forarbeidet svarte du på spørsmål om kjemisk og mekanisk forvitring. Kan du finne eksempler på dette her?

#### 4.2.3 Etterarbeid

Finn fram feltdagboken din. Hvilke eksempler fant du på kjemisk og fysisk forvitring? Lag tegninger av dette i feltdagboken din.

Finn også eksempler på forskjellige typer mekanisk og kjemisk forvitring og lag en bildepresentasjon hvor du forteller om de ulike typene.



## 5. Skredfare og skredsikring - løsningsforslag



Figur 29: Skredfare og skredsikring. Hentet fra: <http://gulfnnews.com/news/europe/boulder-crashes-through-farm-in-italy-pictures-1.1284648>.

*Denne oppgaven kan gjerne kombineres med oppgaven om georessurser som finnes på samme lokalitet.*

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal kunne beskrive kjennetegn på skredutsatte fjellsider og vurdere skredfare. Elevene skal kunne forklare oppgavene til ulike typer sikringstiltak som monteres i forbindelse med fjellsikring, og samtidig vurdere et skreds mulige omfang og skadepotensial.

### Kompetansemål:

- Beskrive forskjellige skredtyper og drøfte årsaker til skredene (Geofag 1/Geofag X).
- Gi en oversikt over tiltak som kan forebygge skader ved naturkatastrofer (Geofag 1/Geofag X).
- Trekke ut og analysere informasjon fra forskjellige typer geofaglige kart, flybilder, radarplott og satellittbilder (Geofag 1/Geofag X).
- Innhente, bearbeide og presentere geofaglig informasjon ved bruk av digitale verktøy (Geofag 1/Geofag X).

### Pensumstoff som dekkes i oppgaven:

Kap. 8: Skred. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

Kap. 11: Vurdering av skredfare. (s.275-278). Læreboken for Geofag 2 (Karlsen, 2008).

### Temaer:

Skred  
Steinsprang  
Steinskred  
Skredfare og skredproblematikk  
Skredsikring

### Utstyrsliste:

Feltdagbok  
Noe å skrive med (blyant)

#### 5.1.1 Forarbeid

Oppgave 1: "Google" "Ronchi di Termeno", og se på bildene du finner. Hva slags fenomen er dette? Hva vil du si om kreftene som er involvert i en slik hendelse?

*Steinskred. Det kan være enorme krefter involvert i slike hendelser.*

Oppgave 2: Bruk internett og les artikkelen "Sprekker i fjellet er årsaken" fra Dagbladet: <http://www.dagbladet.no/nyheter/2008/03/26/530643.html>, som handler om steinskredulykken som skjedde på Fjelltun i Ålesund i mars 2008.

### 5.1.2 Feltarbeid

Like nedenfor Kuhaugen utkikkspunkt finner man Bakkaunet klebersteinbrudd, markert som lokalitet 3 i

Figur 1. Dette steinbruddet leverte blant annet kleberstein til utbyggingen av Nidarosdomen og Kristiansten festning.



Figur 30: Bakkaunet klebersteinbrudd ligger like bak denne husrekken i Veimester Krohgs gate.

Oppgave 1 - Sikringstiltak: Idet du ankommer steinbruddet vil du legge merke til flere gjerdet, bolter og nettinger. Hvorfor tror du dette er satt opp her? Begrunn svaret ditt.

*Mye løst nedfallsmateriale vitner om steinsprangaktivitet. I tillegg bærer berget preg av svakhetssoner og deformasjon. Sikringer er foretatt for å forhindre nedfall på bebyggelse og beboere.*

- Fanggjerdet er satt opp for å forhindre at løse steiner faller ned på bebyggelsen.
- Boltene er satt inn for å øke stabiliteten i blotningen ved å "feste" potensielt løse blokker.
- Garasjene fungerer som betongoverbygg, og gjør at utrust materiale får lengre tid på å bremse, og dermed minker den kinetiske energien.
- Sikringsnettene til høyre for steinbruddet fanger opp løse steiner og begrenser derfor utløpsdistansen.

*De store fjærene og stålvaierne som forankrer fanggjerdene sier noe om størrelsesordenen på de kreftene som er i sving i forbindelse med slike rashendelser.*





Figur 31: Bergsikring i klebersteinbruddet. Sikringsnettet er markert til høyre i figuren, mens boltene er markert til venstre i figuren. Fanggjerdet ses i nedre del av figuren.

Oppgave 2 - Vurdering av skredfare:

a) Hvordan vil du som ingeniørgeolog vurdere farene for skred i dette området?

b) Hvordan vil et eventuelt skred påvirke nærområdet?

c) Ser du noen likheter i forhold til de søkene du gjorde i forbindelse med forarbeidet?

*Boltene er det eneste som bidrar til å minke sannsynligheten for at et skred skal inntreffe, i og med at disse øker stabiliteten av selve berget. De andre sikringstiltakene som er foretatt (fanggjerdene, sikringsnettene, betongoverbygget) reduserer ikke sannsynligheten for at et skred skal skje, men reduserer derimot konsekvensene.*

*Til tross for sikring, er det fremdeles løse steiner på innsiden av gjerdet, så noe steinsprangaktivitet er det fortsatt. I og med at det kun er steiner på innsiden av gjerdet kan dette tyde på at det er foretatt tilstrekkelig sikring, og et nytt skred vil sannsynligvis ikke gjøre skader på nærområdet.*



### 5.1.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Kjennetegn på ulike typer skred

Del inn i grupper som tar for seg en skredtype hver og lag en kort presentasjon for klassen der du svarer på følgende spørsmål:

a) Hva kjennetegner skredtypen?

b) Hvordan oppstår denne skredtypen?

c) Hvilke sikringstiltak benytter man seg av for å sikre mot denne skredtypen?

#### Oppgave 2 - Bruk av digitale kart

Bruk skredfarekart på internett til å undersøke faren for ulike typer skred der du bor.

Nyttige linker:

[www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)

<http://geo.ngu.no/kart/minkommune/>

## 5.2 Skredfare og skredsikring - elevoppgaver



Figur 32: Skredfare og skredsikring. Hentet fra: <http://gulfnews.com/news/europe/boulder-crashes-through-farm-in-italy-pictures-1.1284648>.

### Utstyrsliste:

Feltdagbok  
Noe å skrive med (blyant)

### 5.2.1 Forarbeid

Oppgave 1: "Google" "Ronchi di Termeno", og se på bildene du finner. Hva slags fenomen er dette? Hva vil du si om kreftene som er involvert i en slik hendelse?

Oppgave 2: Bruk internett og les artikkelen "Sprekker i fjellet er årsaken" fra Dagbladet: <http://www.dagbladet.no/nyheter/2008/03/26/530643.html>, som handler om steinskredulykken som skjedde på Fjelltun i Ålesund i mars 2008.

### 5.2.2 Feltarbeid

Like nedenfor Kuhaugen utkikkspunkt finner man Bakkaunet klebersteinbrudd, markert som lokalitet 3 i

Figur 1. Dette steinbruddet leverte blant annet kleberstein til utbyggingen av Nidarosdomen og Kristiansten festning.



**Figur 33: Bakkaunet klebersteinbrudd ligger like bak denne husrekken i Veimester Krohgs gate.**

Oppgave 1 - Sikringstiltak: Idet du ankommer steinbruddet vil du legge merke til flere gjerder, bolter og nettinger. Hvorfor tror du dette er satt opp her? Begrunn svaret ditt.



**Figur 34: Bergsikring i klebersteinbruddet. Sikringsnettet er markert til høyre i figuren, mens boltene er markert til venstre i figuren. Fanggjerdet ses i nedre del av figuren.**

Oppgave 2 - Vurdering av skredfare:

- a) Hvordan vil du som ingeniørgeolog vurdere farene for skred i dette området?
  
- b) Hvordan vil et eventuelt skred påvirke nærområdet?
  
- c) Ser du noen likheter i forhold til de søkene du gjorde i forbindelse med forarbeidet?



### 5.2.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Kjennetegn på ulike typer skred

Del inn i grupper som tar for seg en skredtype hver og lag en kort presentasjon for klassen der du svarer på følgende spørsmål:

a) Hva kjennetegner skredtypen?

b) Hvordan oppstår denne skredtypen?

c) Hvilke sikringstiltak benytter man seg av for å sikre mot denne skredtypen?

#### Oppgave 2 - Bruk av digitale kart

Bruk skredfarekart på internett til å undersøke faren for ulike typer skred der du bor.

Nyttige linker:

[www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)

<http://geo.ngu.no/kart/minkommune/>

## 6. Georessurser - løsningsforslag



Figur 35: Georessurser. Hentet fra: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mining\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/Mining_engineering)

*Denne oppgaven kan gjerne kombineres med oppgaven om skred som finnes på samme lokalitet.*

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med et eksempel på bruk av georessurser i nærområdet. I feltarbeidet skal elevene studere et tidligere Klebersteinsuttak for uttak av bygningsstein til Nidarosdomen. Elevene vil også se bergarten Trondhemitt som er kjent fra Trondheimsfeltet.

### Kompetansemål:

- Gjøre rede for sammenhenger mellom berggrunn, landformer og geologiske ressurser i et valgt område (geofag 1)
- Beskrive hvordan berggrunn og løsmasser i Norge utvinnes og utnyttes (geofag 2).
- Drøfte miljøproblemer knyttet til utnyttelse av georessurser og teknologien som blir brukt (Geofag 2)
- Trekke ut og analysere informasjon fra forskjellige typer geofaglige kart, flybilder, radarplott og satellittbilder (Geofag 1/Geofag X).
- Innhente, bearbeide og presentere geofaglig informasjon ved bruk av digitale verktøy (Geofag 1/Geofag X).

### Pensumstoff som dekkes i oppgaven:

Kap.6: Mineralressurser i Norge. Læreboken for Geofag 2 (Karlsen, 2008).

### Temaer:

Georessurser  
Kleberstein  
Naturstein  
Trondhemitt  
Mineralressurskart

### Utstyrsliste:

Feltdagbok  
Noe å skrive med (blyant)  
Klebersteineksemplarer

#### 6.1.1 Forarbeid

Opgave 1 - Uthenting av georessurser før og nå:

Finn ut hvordan man hentet ut georessurser før i tiden. Hvordan gjøres det i dag?

*Før i tiden svekket man berget med ild (fyrte bål ved siden av det), for så å hugge løs med hakke.*

*I dag benytter man seg av sprengstoffladninger for å sprengte løs blokkene, og deretter blir blokkene videreforedlet etter bruksnytte.*



### Oppgave 2 - Kleberstein:

a) Se på et stykke kleberstein som du får utlevert av læreren din. Hvordan vil du beskrive denne bergarten? Kjenn litt på konsistens, farge og hardhet.

*Kleberstein er myk og glatt, gråblå-grågrønn. På engelsk kalles den passelig nok for soap stone, eller "såpestein". Består av mineralene talk, kloritt, serpentin og magnesitt.*

b) Hva tror du denne steinen kan brukes til? Bruk gjerne internett til hjelp.

*På grunn av at bergarten tåler varme bra, er den godt egnet til bruk i gryter, ovner, peiser og lignende. Er også brukt i flere monumentalbygg, som Nidarosdommen og Kristiansten Festning.*

### Oppgave 3 - Mineralressurskart

Gå inn på Norges Geologiske Undersøkelse sine hjemmesider: [www.ngu.no](http://www.ngu.no).

Under fanen "kartdata og kartinnsyn, velg "kartinnsyn".

Bla deg nedover til du finner "Mineralressurser" og trykk på "Gå til kart". Zoom deg inn på Trondheim ved hjelp av forstørrelsesglasset øverst i venstre hjørne.

a) Hvilke georessurser finner du i Trondheim? Hva er det mest av?

b) I feltoppgavene skal du ut å se på klebersteinbruddet nedenfor Kuhaugen (nord for Strinda vgs). Hva slags type mineralressurs (naturstein, industrimineral eller metall) sier kartet at du finner her?

### 6.1.2 Feltarbeid

Gå til Bakkaunet klebersteinbrudd, markert som lokalitet 3 i

Figur 1.



**Figur 36: Bakkaunet klebersteinsbrudd før og etter utbygging. Geologi og kulturminner - bevaring av gamle steinbrudd (2015)**

Oppgave 1 - Årsak til drift: Store deler av klebersteinsbruddet er nå fylt igjen på grunn av bebyggelse. Hvorfor tror du det ble anlagt et uttak av kleberstein her, og hvorfor tror du det ble stanset?

*Rikelig mengde med kleberstein til å være lønnsomt.*

*Beliggenhet i forhold til Nidarosdomen var gunstig.*

*Når det kommer til stopp av uttaket er det ikke funnet noen fasitsvar, så det er mest for å få elevene til å tenke på hva som kan ha vært årsaken (behovsendringer, økonomi, ulykker etc.?). Noen har foreslått at det kan ha vært et skred:*

*<http://www.nrk.no/viten/klebersteinsbrudd-i-trondheim-1.1850669>*

Oppgave 2 - Arbeidsmetoder: Flere steder i området finner du dype riss i berget. Hva forteller dette om måten man tok ut kleberstein på før i tiden?

*De dype rissene er hakkemerker, som vitner om at man før i tiden brukte rå muskelkraft for å slå løs berget.*



**Figur 37: Dype riss i berget.**

### Oppgave 3 - Trondhemitt:

Trondhemitt er en lys og prikkete magmatisk bergart (ser ut som en hvit granitt, men er en *tonalitt*) som i Norge er kjent fra Trondheimsfeltet, se Figur 38. Den tas deriblant ut ved Støren og Berkåk og brukes som fasade- og bygningsstein. Operahuset i Oslo er et eksempel på hvor Trondhemitt er i bruk. Se om du kan finne Trondhemitt i dette området!

*Trappene like ovenfor den lille broen består av Trondhemitt.*





Figur 38: Trondhemitt.

#### Oppgave 4 - En ny start:

Tenk deg at du skulle vurdere muligheten for å gjenoppta driften av klebersteinbruddet. Hvilke faktorer måtte du i dag ha tatt hensyn til?

*Eksempler er arealkonflikter (bebyggelse i området), verdien av berget (økonomisk fortjeneste), støy i nærområdet (lyd- og støvforurensning, rystelser/vibrasjoner etc.), deponering av avfall/gråberg, større sår i landskapet, transportmuligheter til og fra uttaket.*

### 6.1.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Georessurser:

Studer bildet “mineraler i hverdagen” og lag en fin oversikt selv over hva de ulike mineraler brukes til. Du kan ta for deg mineralene kvarts, grafitt, feltspat og talk (finnes i kleberstein). Hva er og hva brukes kalkstein til?

Mineraler i hverdagen er vist i figur 19.

Mineralforbruk i løpet av et liv – ca. 1000 tonn

Mineralforbruk pr. person i løpet av ett år ca. 13 tonn

### 6.1.4 Ekstraoppgave

Ta en tur til Nidarosdomen og studer klebersteinen. Undersøk nærmere om det stemmer at klebersteinen her kjennes myk og glatt, og at den har en gråblå-grågrønn farge.

*Oppgaven kan også kombineres med å studere bergartene som gravstøttene på kirkegården består av.*

## 6.2 Georessurser - elevoppgaver



Figur 39: Georessurser. Hentet fra: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mining\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/Mining_engineering)

### Utstyrsliste:

Feltdagbok  
Noe å skrive med (blyant)  
Klebersteineksemplarer

### 6.2.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Uthenting av georessurser før og nå:

Finn ut hvordan man hentet ut georessurser før i tiden. Hvordan gjøres det i dag?



Oppgave 2 - Kleberstein:

a) Se på et stykke kleberstein som du får utlevert av læreren din. Hvordan vil du beskrive denne bergarten? Kjenn litt på konsistens, farge og hardhet.

b) Hva tror du denne steinen kan brukes til? Bruk gjerne internett til hjelp.

Oppgave 3 - Mineralressurskart

Gå inn på Norges Geologiske Undersøkelse sine hjemmesider: [www.ngu.no](http://www.ngu.no).

Under fanen "kartdata og kartinnsyn, velg "kartinnsyn".

Bla deg nedover til du finner "Mineralressurser" og trykk på "Gå til kart".

Zoom deg inn på "Trondheim" ved hjelp av forstørrelsesglasset øverst i venstre hjørne.

a) Hvilke georessurser finner du i Trondheim? Hva er det mest av?

b) I feltoppgavene skal du ut å se på klebersteinbruddet nedenfor Kuhaugen (nord for Strinda vgs). Hva slags type mineralressurs (naturstein, industrimineral eller metall) sier kartet at du finner her?

### 6.2.2 Feltarbeid

Gå til Bakkaunet klebersteinbrudd, markert som lokalitet 3 i

Figur 1.



**Figur 40: Bakkaunet klebersteinbrudd før og etter utbygging. Geologi og kulturminner - bevaring av gamle steinbrudd (2015)**

Oppgave 1 - Årsak til drift: Store deler av klebersteinbruddet er nå fylt igjen på grunn av bebyggelse. Hvorfor tror du det ble anlagt et uttak av kleberstein her, og hvorfor tror du det ble stanset?

Oppgave 2 - Arbeidsmetoder: Flere steder i området finner du dype riss i berget. Hva forteller dette om måten man tok ut kleberstein på før i tiden?



**Figur 41: Dype riss i berget.**

### Oppgave 3 - Trondhemitt:

Trondhemitt er en lys og prikkete magmatisk bergart (ser ut som en hvit granitt, men er en *tonalitt*) som i Norge er kjent fra Trondheimsfeltet, se Figur 38. Den tas ut fra steinbrudd ved Støren og Berkåk og brukes som fasade- og bygningsstein, men også som stein til gravstøtter. Operahuset i Oslo er et eksempel på hvor Trondhemitt er i bruk. Se om du kan finne Trondhemitt i dette området!





**Figur 42: Trondhjemitt.**

#### Oppgave 4 - En ny start:

Tenk deg at du skulle vurdere muligheten for å gjenoppta driften av klebersteinbruddet. Hvilke faktorer måtte du i dag ha tatt hensyn til?

### 6.2.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Georessurser:

Studer bildet “mineraler i hverdagen” (Figur 43) og lag en fin oversikt selv over hva de ulike mineraler brukes til. Du kan ta for deg mineralene kvarts, grafitt, feltspat og talk (finnes i kleberstein). Hva er og hva brukes kalkstein til?

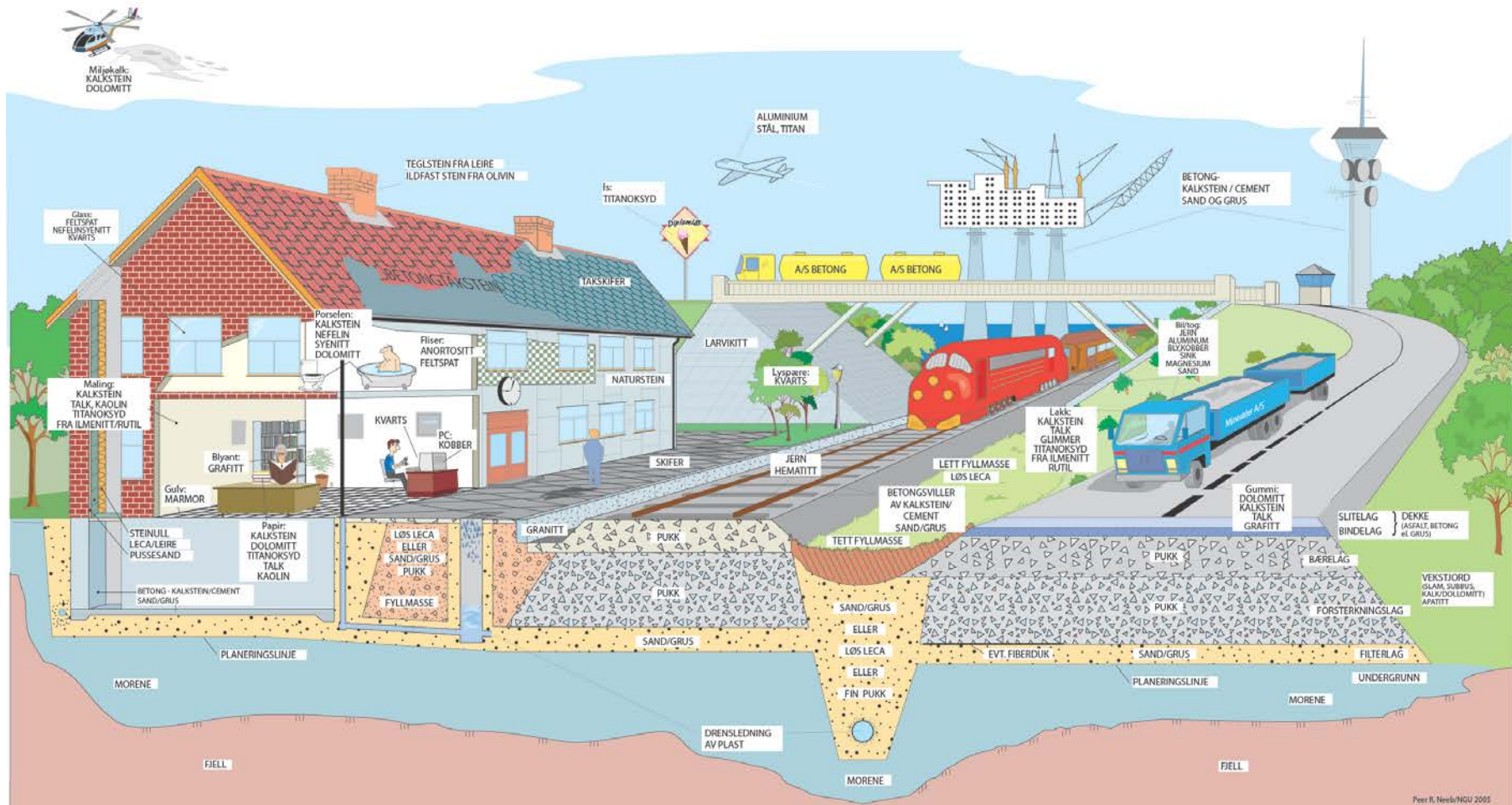
Mineraler i hverdagen

Mineralforbruk i løpet av et liv – ca. 1000 tonn

Mineralforbruk pr. person i løpet av ett år – ca. 13 tonn

### 6.2.4 Ekstraoppgave

Ta en tur til Nidarosdomen og studer klebersteinen. Undersøk nærmere om det stemmer at klebersteinen her kjennes myk og glatt, og at den har en gråblå-grågrønn farge.



Figur 43: Mineraler i hverdagen. Figuren viser bruksområder for mineralske råstoffer. Figuren er av Peer Rikard Neeb (NGU) og finnes på s. 110 i Læreboken for Geofag 2 (Karlsen, 2008). Se også [www.ngu.no\\_byggerastoffer\\_sand, grus og pukk](http://www.ngu.no_byggerastoffer_sand_grus_og_pukk)



## 7. Magmatiske bergarter og relativ alder - løsningsforslag



Figur 44: Magmatiske bergarter og relativ alder. Hentet fra:  
[http://www.theregister.co.uk/2014/02/17/volcanos\\_can\\_erupt\\_quickly/](http://www.theregister.co.uk/2014/02/17/volcanos_can_erupt_quickly/)

*Denne oppgaven kan gjerne kombineres med oppgaven "spor etter istiden" som finnes på samme lokalitet*

### Hensikt:

Målet med denne oppgaven er at elevene skal studere bergartsgrenser og se forskjellen på en felsisk og en mafisk bergart, samt forstå hva som menes med relativ alder, og prøve å fastsette den relative alderen til geologiske hendelser i praksis.

### Kompetansemål:

*Målet for opplæringen er at elevene skal kunne...*

- Forklare dannelsen av magmatiske og metamorfe bergarter.
- Gjøre rede for den geologiske tidsskalaen og metoder som brukes til å fastsette relativ og absolutt alder.

### Pensumstoff som dekkes i oppgaven:

Kap. 1: Relativ alder. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007)

Kap. 2: Felsiske og mafiske bergarter. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

Kap. 2: Intrusiver og ekstrusiver. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007)

### Temaer:

Mafiske og felsiske bergarter

Magmatiske bergarter

Intrusiver og ekstrusiver

Relativ alder og stratigrafiske prinsipper

### Utstyrsliste:

Feltdagbok

Noe å skrive med (blyant)

#### 7.1.1 Forarbeid:

Oppgave 1 - Mafiske og felsiske bergarter: a) Hva kjennetegner en mafisk bergart?

*En mafisk bergart er en fellesbetegnelse på mørke magmatiske bergarter og mineraler (eksempelvis olivin, pyroksen, amfibol og biotitt). Har forholdsvis en høy tetthet (tyngre).b) Hva kjennetegner en felsisk bergart?*

*En felsisk bergart er en fellesbetegnelse på lyse magmatiske bergarter og mineraler (eksempelvis kvarts, feltspat, muskovitt). Har forholdsvis lav tetthet (lettere). Motsatt av mafisk.*

## Oppgave 2 - Intrusiver og ekstrusiver

Hva er forskjellen på intrusiver og ekstrusiver?

*Intrusiver er magma som størkner og danner bergarter under jordoverflaten.*

*Ekstrusiver er lava som størkner og danner bergarter over jordoverflaten.*

## Oppgave 3 - Relativ alder og stratigrafiske prinsipper

a) Hva menes med begrepet relativ alder?

*Den relative alderen forteller oss hvor gamle bergarter eller geologiske fenomener er i forhold til hverandre.*

Her er noen grunnleggende stratigrafiske prinsipper som geologene bruker for å resonnerer seg fram til bergartenes relative alder:

Det øverste laget er alltid yngst (Overleiring)

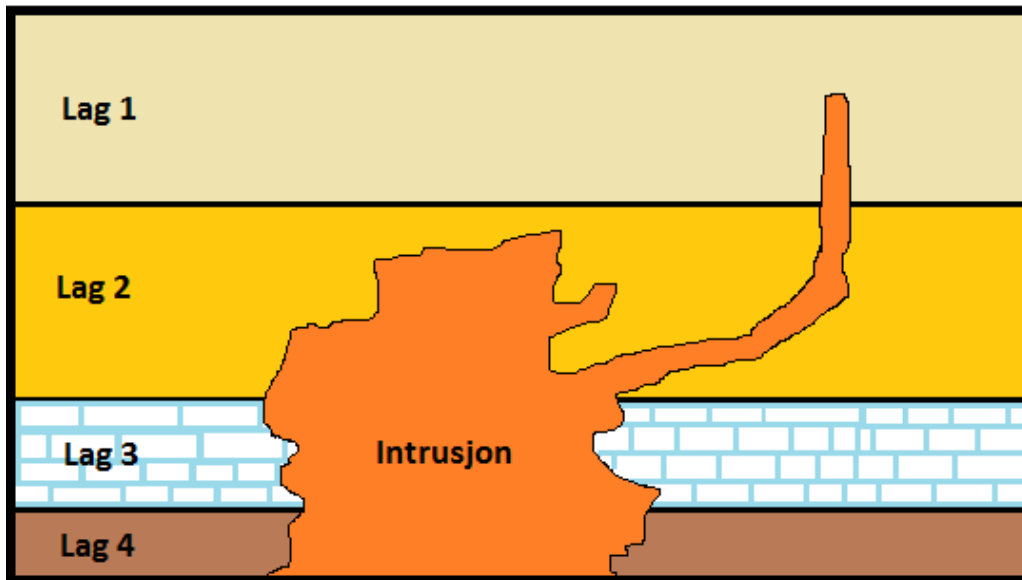
Horisontale lag- hvis bergartslagene ligger horisontalt, er det nederste eldst og det øverste yngst. Dette gjelder ikke hvis bergartene har blitt foldet eller av en eller annen grunn er snudd opp-ned..

Bergarter som skjærer igjennom andre bergarter er yngst.

Prinsippene er hentet fra "Geoaktiviteten" "Hva forteller den geologiske historien?" fra [www.earthlearningidea.com](http://www.earthlearningidea.com).

b) Studer tegningen under og bruk de grunnleggende stratigrafiske prinsippene til hjelp til å vurdere hvilke geologiske hendelser som kom først og sist. Navngi hendelsene for lagrekka med intrusjonen fra eldst til yngst med nummer der 1 er eldst og 5 er yngst.





Løsning på relativ alder:

Lag	Relativ alder (1-5 hvor 1 er eldst)
Lag 1	4
Lag 2	3
Lag 3	2
Lag 4	1 - Eldst
Intrusjon	5 - Yngst

### 7.1.2 Feltarbeid

Gå til bergblotningen ved Østerlivegen, markert som lokalitet 2 på

Figur 1.



Figur 45: Bergblotningen i Østerlivegen.

Oppgave 1 - Bergartsgrenser:

Studér bergblotningen du har foran deg- både på avstand og på nært hold.

a) Ser du noen grenser mellom forskjellige bergarter?

*Vi ser to forskjellige typer bergarter avgrenset av en kvartsåre. Den øverste bergarten (grønnlige/mørke) er en grønnstein, mens den nederste bergarten er en "felsisk lavabergart med mye kvarts". Hovedpoenget her er å se det tydelige skillet mellom to bergarter.*

b) Lag en grov skisse av bergblotningen der du markerer disse skillene.

c) Du finner også en hvit åre av et vanlig mineral i denne blotningen. Hva tror du dette mineralet heter? Tegn det inn på skissen din.

*Kvarts*



## Oppgave 2 - Felsisk eller mafisk:

Du har studert kjennetegn på felsiske og mafiske bergarter.

Finner du eksempler på felsiske og mafiske bergarter i denne bergblotningen??

*Den lyse bergarten er en felsisk bergart (lavabergart med et høyt kvartsinnhold). Dette er trolig en intrusiv bergart.*

*Den mørke er en mafisk bergart (grønnstein).*

## Oppgave 3 - Relativ alder:

La oss nå tenke at den underste bergarten er en intrusiv bergart som er kommet inn i den grønne bergarten over. Hva vil du si om den relative alderen til bergartene og den hvite åren? Fyll inn tabellen under med tall fra 1-3 hvor 1 er eldst og 3 er yngst.

*Løsningsforslag:*

Hendelse	Rekkefølge (sett inn tall)
Nederste bergart (intrusjon av felsisk lavabergart)	2
Øverste bergart (grønnsteindannelse)	1 (eldst)
Hvit åre (dannelse av kvartsåre)	3 (yngst)

## Oppgave 4 - Flere spor etter intrusjonen

Gå ned Persaunvegen til bergblotningen ved bussholdeplassen "Gina Krogs veg" (like ovenfor inngangen til luftfartsskolen), se Figur 46.





Figur 46: Kart over Østerlivegen og Persaunvegen

a) Ser du noen likheter med den forrige blotningen når det gjelder bergarter?

*Vi finner igjen de samme bergartene her som vi gjorde i Østerlivegen - bare i omvent rekkefølge.*

b) Den lyse bergarten ligger her over den mørke. Hvordan vil du forklare dette? Tegn en skisse.

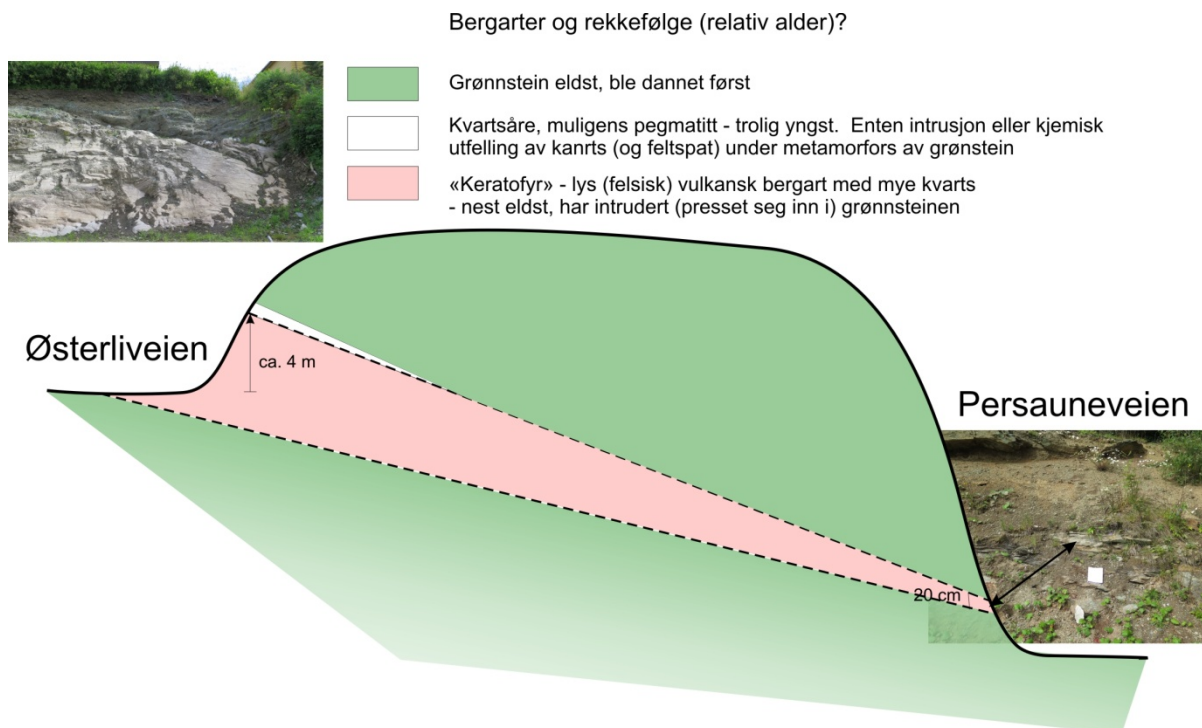


Figur 47: Omvendt lagdeling i forhold til bergblotningen i Østerlivegen. Hva kan dette skyldes?

Løsningsforslag:

*I Østerlivegen lå den felsiske (lyse) bergarten under grønnsteinen, så det kunne vært rimelig å anta at man ville finne grønnstein over også her, men siden den felsiske lavabergarten er en intrusjon, så forklarer det saken bedre: Vi er nå ved grensen av den nedre delen til denne intrusjonen, mens vi i Østerlivegen var ved den øvre grensen:*





Figur 48: Tolkning av geologien.

### 7.1.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Intrusjon

Tegn inn Figur 48 i feltdagboken din, og gi en forklaring til figuren og det du observerte i felt.

Stemmer dette med det du skisserte i felt?

#### Oppgave 2 - Spor etter vulkansk aktivitet.

Bruk "Google Maps" eller "Google Earth" til å finne eksempler på vulkansk aktivitet andre steder i verden.

Tips til steder du kan undersøke:

- Hawaii
- Costa Rica
- Island
- Shiprock (New Mexico - USA)
- Izalco (vulkan)

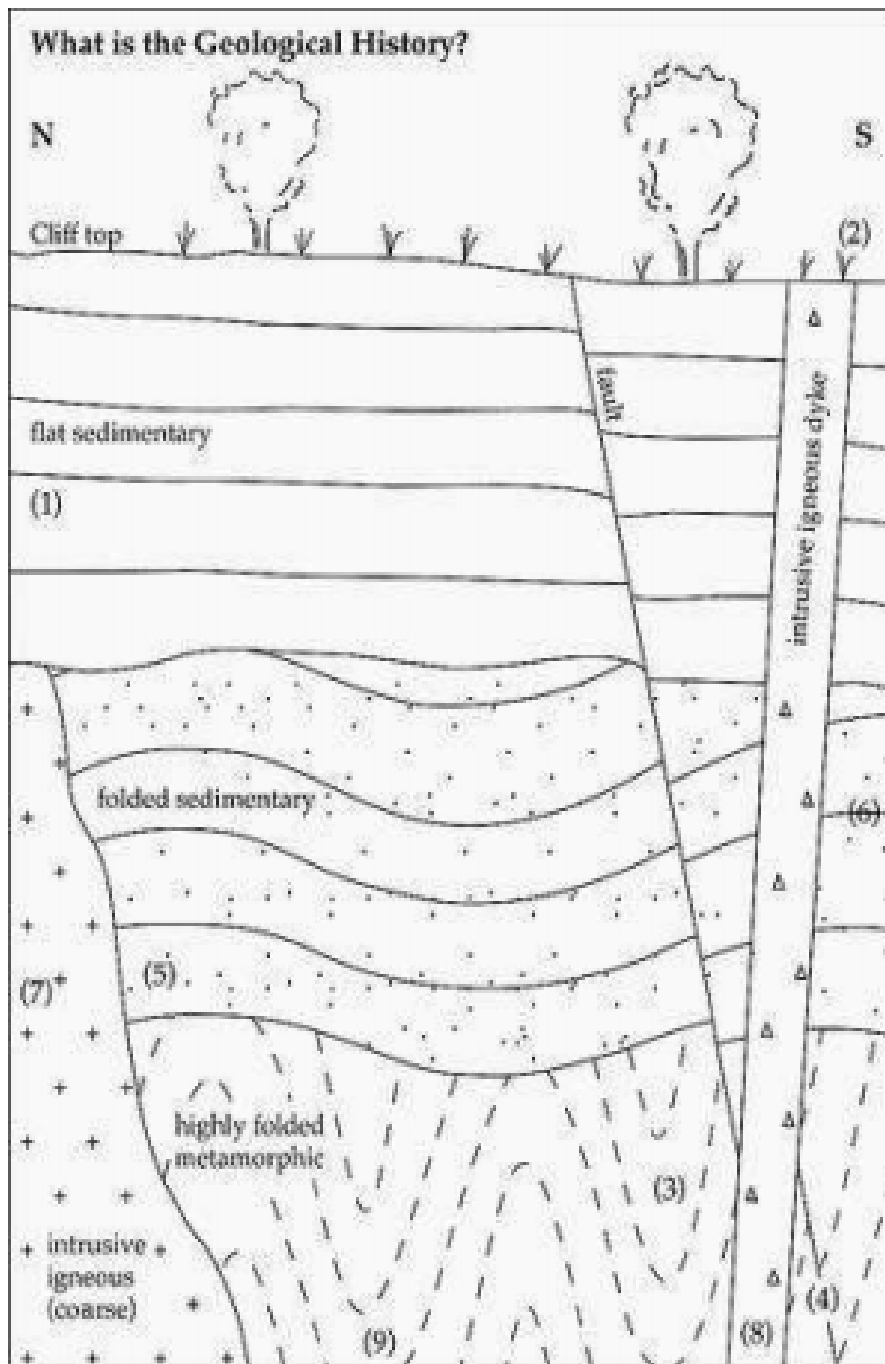
*Forkastninger og sprekker, diker, vulkaner, kratere, varme kilder, lava +++*

**Tips til læreren:** Det er også mulig å gjøre et prosjektarbeid knyttet til vulkansk aktivitet. Eksempler på tema elevene her kan ta tak i kan være supervulkanen i Yellowstone National Park, hot-spots på Hawaii, spredningssonen på Island og Oslofeltet.

#### 7.1.4 Ekstraoppgave - Stratigrafiske prinsipper

Studer tegningen under. Du skal avgjøre i hvilken rekkefølge lagrekkene og de geologiske hendelsene skjedde. Bruk oppsummeringen av den geologiske historien til området (se under) og de stratigrafiske prinsippene. Fyll inn tabellen (eventuelt lag din egen tabell hvis det blir for lite plass). Begynn med de eldste hendelsene og “jobb deg oppover”. Dette er en kjent fremgangsmåte i geologisk kartlegging.





Figur 49: Hva er den geologiske historien?

Alder	Nr	Hendelse
Siste hendelse, yngst		
Gradvis yngre		
Eldste hendelse	9	Lag på lag med sedimenter ble avsatt på en flat slette

Bildet og tabellen er hentet fra Geoaktiviteten ” Hva forteller den geologiske historien? fra [www.earthlearningidea.com](http://www.earthlearningidea.com).

### Oppsummering av den geologiske historien (fra eldst til yngst)

Sedimenter ble avsatt i sammenhengende, horisontale lag.

Tektoniske prosesser førte til platekollisjoner. Platene ble presset sammen og berggrunnen foldet seg (metamorfose).

Erosjon tæret på overflaten og dannet et slettelandskap. Nye sedimenter ble avsatt.

Platekollisjon. Sedimentene mellom platene ble presset sammen og foldet seg.

Platekollisjon førte til deformasjon av berggrunnen. Magma trengte inn i sprekker og størknet til gangbergart (intrusiv bergart).

Erosjon tæret ned landskapet til et lavtliggende slettelandskap. ”Nye” sedimenter ble avsatt i horisontale lag og ble etter hvert forsteinet til bergarter.

Spenningskrefter trakk berggrunnen i hver sin retning. Det oppstod brudd i berggrunnen og det ble dannet forkastninger.

Magma steg opp i sprekke og størknet (gangbergart).

Erosjonsprosesser etterlot seg et flatt landskap, og det nakne fjellet vi ser tverrsnittet av er formet i den senere tiden.

## Løsningsforslag:

Alder	Nr.	Hendelse
Siste hendelse, yngst	2	Avkutting gjennom en erosjonsflate gjør at vi kan se tverrsnittet av bergveggen. <b>Erosjonsflaten er yngst fordi den ligger over forkastningen og gangbergarten (bergart som skjærer igjennom en annen bergart, er yngre enn bergarten den skjærer igjennom)</b>
Gradvis yngre	8	Magma trengte inn i en bergsprekk og størknet til en gangbergart. <b>8 skjærer gjennom bruddflaten, og oppstod etter forkastningen (bergart som skjærer igjennom en annen bergart, er yngre enn bergarten den skjærer igjennom).</b>
	4	En bruddflate i landblokken dannet en forkastning. Landblokken falt ned på sørsiden, relativt til nordsiden, fordi spenningen i berggrunnen var N-S retning. <b>Forkastningen er yngre fordi den skjærer igjennom nesten alle eldre bergarter (det som skjærer igjennom andre strukturer, er yngre enn det den skjærer igjennom).</b>
	1	Sedimenter ble avsatt i horisontale lag. <b>1 oppstod etter 7 og 5/6, fordi det ligger over disse (overleiringsprinsippet).</b>
	7	Magma i bergsprekkene ble gradvis avkjølt (store krystaller). <b>7 skjærer igjennom og er yngre enn 5/6 og 9/3 (bergart som skjærer igjennom en annen bergart, er yngre enn bergarten den skjærer igjennom).</b>
	6	Sedimentene ble presset sammen og foldet seg (N-S kompressjon). <b>6 kommer etter 5 fordi bergarter må dannes før de kan omdannes.</b>
	5	Sedimenter ble avsatt i horisontale lag i ett flatt, nederodert landskap. <b>Nr 5 ligger over og er yngre enn nr 3 (overleiringsprinsippet). Det kutter igjennom metamorfe lagrekker (bergart som skjærer igjennom en annen bergart, er yngre enn bergarten den skjærer igjennom).</b>
	3	Sedimenter ble presset sammen fra N-S, foldet seg og ble metamorfe bergarter. <b>Vi vet dette kom etter nr 9, fordi bergarter må dannes før de kan omdannes.</b>
Første hendelse, det eldste	9	<i>Sedimenter ble avsatt i horisontale lag</i>

## 7.2 Magmatiske bergarter og relativ alder - elevoppgaver



Figur 50: Magmatiske bergarter og relativ alder. Hentet fra:  
[http://www.theregister.co.uk/2014/02/17/volcanos\\_can\\_erupt\\_quickly/](http://www.theregister.co.uk/2014/02/17/volcanos_can_erupt_quickly/)

Utstyrliste:

Feltdagbok

Noe å skrive med (blyant)

### 7.2.1 Forarbeid:

Oppgave 1 - Mafiske og felsiske bergarter:

a) Hva kjennetegner en mafisk bergart?

b) Hva kjennetegner en felsisk bergart?



### Oppgave 2 - Intrusiver og ekstrusiver

Hva er forskjellen på intrusiver og ekstrusiver?

### Oppgave 3 - Relativ alder og stratigrafiske prinsipper

a) Hva menes med begrepet relativ alder?

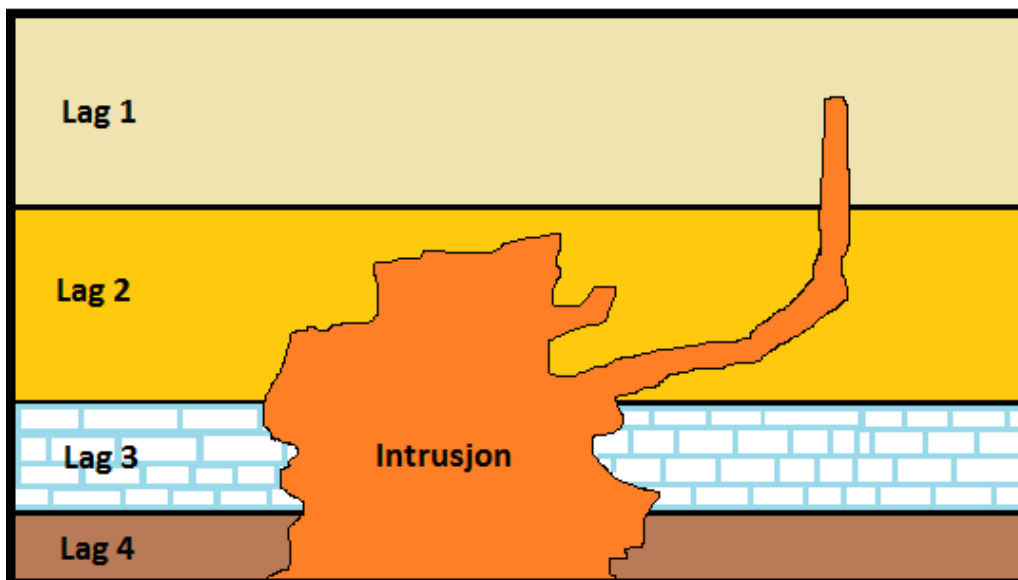
Her er noen grunnleggende stratigrafiske prinsipper som geologene bruker for å resonnerer seg fram til bergartenes relative alder:

Det øverste laget er alltid yngst (Overleiring)

Horisontale lag- hvis bergartslagene ligger horisontalt, er det nederste eldst og det øverste yngst. Dette gjelder ikke hvis bergartene har blitt foldet.

Bergarter som skjærer igjennom andre bergarter er yngst.

b) Studer tegningen under og bruk de grunnleggende stratigrafiske prinsippene til hjelp til å vurdere hvilke geologiske hendelser som kom først og sist. Navngi hendelsene/lagrekke med nummer der 1 er eldst og 5 er yngst. Fyll inn tabellen på neste side.



## 7.2. Magmatiske bergarter og relativ alder - elevoppgaver

Lag	Relativ alder (1-5 hvor 1 er eldst)
Lag 1	
Lag 2	
Lag 3	
Lag 4	
Intrusjon	

### 7.2.2 Feltarbeid

Gå til bergblotningen ved Østerlivegen, markert som lokalitet 2 på

Figur 1.



**Figur 51: Bergblotningen i Østerlivegen.**

Oppgave 1 - Bergartsgrenser:

Studér bergblotningen du har foran deg - både på avstand og på nært hold.

a) Ser du noen grenser mellom forskjellige bergarter?

b) Lag en grov skisse av bergblotningen der du markerer disse skillene.

c) Du finner også en hvit åre av et vanlig mineral i denne blotningen. Hva tror du dette mineralet heter? Tegn det inn på skissen din.

Oppgave 2 - Felsisk eller mafisk:

Du har studert kjennetegn på felsiske og mafiske bergarter.

Finner du eksempler på felsiske og mafiske bergarter i denne bergblotningen??

## Oppgave 3 - Relativ alder:

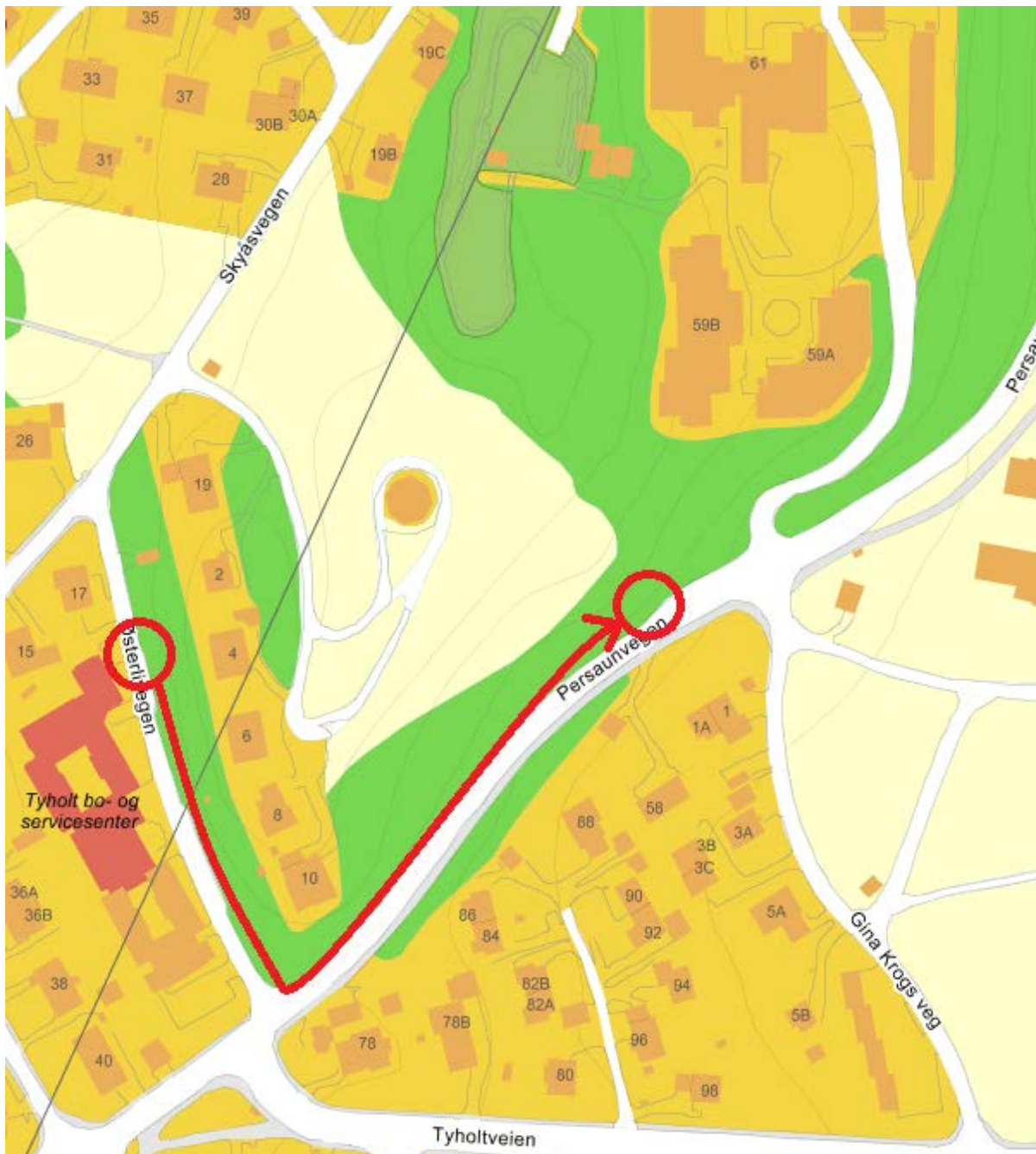
La oss nå tenke at den underste bergarten er en intrusiv bergart som er kommet inn i den grønne bergarten over. Hva vil du si om den relative alderen til bergartene og den hvite åren? Fyll inn tabellen under med tall fra 1-3 hvor 1 er eldst og 3 er yngst.

Hendelse	Rekkefølge (sett inn tall)
Nederste bergart	
Øverste bergart	
Hvit åre	

## Oppgave 4 - Flere spor etter intrusjonen

Gå ned Persaunvegen til bergblotningen ved bussholdeplassen "Gina Krogs veg" (like ovenfor inngangen til luftfartsskolen), se Figur 52.





Figur 52: Kart over Østerlivegen og Persaunvegen

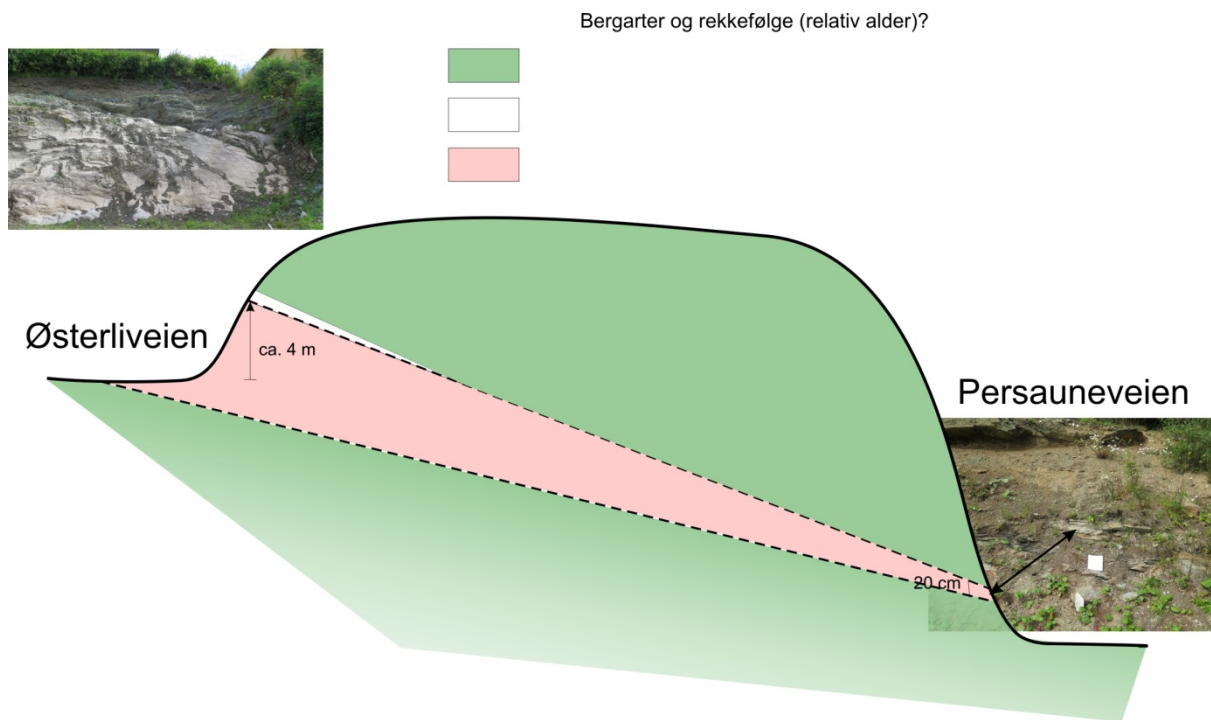
a) Ser du noen likheter med den forrige blotningen når det gjelder bergarter?

b) Den lyse bergarten ligger her over den mørke. Hvordan vil du forklare dette? Tegn en skisse.



Figur 53: Omvendt lagdeling i forhold til bergblotningen i Østerlivegen. Hva kan dette skyldes?



7.2.3 Etterarbeid

Figur 54: Tolkning av geologien.

## Oppgave 1 - Intrusjon

Tegn inn over i feltdagboken din, og gi en forklaring til figuren og det du observerte i felt.

Stemmer dette med det du skisserte i felt?

## Oppgave 2 - Spor etter vulkansk aktivitet.

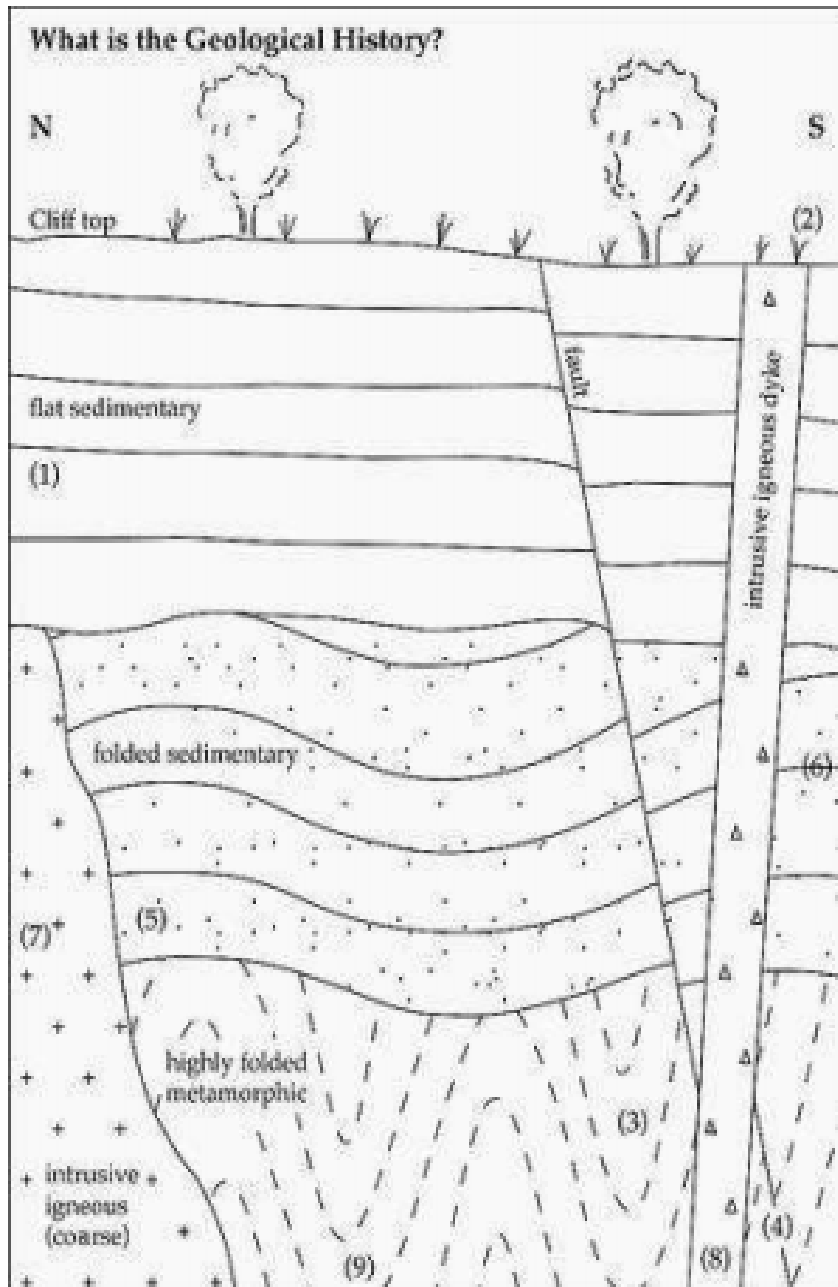
Bruk "Google Maps" eller "Google Earth" til å finne eksempler på vulkansk aktivitet andre steder i verden.

Tips til steder du kan undersøke:

- Hawaii
- Costa Rica
- Island
- Shiprock (New Mexico - USA)
- Izalco (vulkan)

## 7.2.4 Ekstraoppgave - Stratigrafiske prinsipper

Studer tegningen under. Du skal avgjøre i hvilken rekkefølge lagrekkene og de geologiske hendelsene skjedde. Bruk oppsummeringen av den geologiske historien til området (se under) og de stratigrafiske prinsippene. Fyll inn tabellen (eventuelt lag din egen tabell hvis det blir for lite plass). Begynn med de eldste hendelsene og "jobb deg oppover". Dette er en kjent fremgangsmåte i geologisk kartlegging.



Figur 55: Hva er den geologiske historien?



<b>Alder</b>	<b>Nr</b>	<b>Hendelse</b>
Siste hendelse, yngst		
Gradvis yngre		
Eldste hendelse	9	<i>Lag på lag med sedimenter ble avsatt på en flat slette</i>

Oppsummering av den geologiske historien (fra eldst til yngst)

Sedimenter ble avsatt i sammenhengende, horisontale lag.

Tektoniske prosesser førte til platekollisjoner. Platene ble presset sammen og berggrunnen foldet seg (metamorfose).

Erosjon tæret på overflaten og dannet et slettelandskap. Nye sedimenter ble avsatt.

Platekollisjon. Sedimentene mellom platene ble presset sammen og foldet seg.

Platekollisjon førte til deformasjon av berggrunnen. Magma trengte inn i sprekker og størknet til gangbergart (intrusiv bergart).

Erosjon tæret ned landskapet til et lavtliggende slettelandskap. "Nye" sedimenter ble avsatt i horisontale lag og ble etter hvert forsteinet til bergarter.

Spenningskrefter trakk berggrunnen i hver sin retning. Det oppstod brudd i berggrunnen og det ble dannet forkastninger.

Magma steg opp i sprekke og størknet (gangbergart).

Erosjonsprosesser etterlot seg et flatt landskap, og det nakne fjellet vi ser tverrsnittet av er formet i den senere tiden.

## 8. Spor etter istiden - løsningsforslag



Figur 56: Spor etter istiden. Hentet fra: <http://cutterlight.com/tag/blackstone-glacier/>

*Denne oppgaven kan gjerne kombineres med oppgaven om magmatiske bergarter og relativ alder på samme lokalitet*

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med ulike spor i landskapet etter siste istid. Målet er at de klarer å knytte sporene de finner opp mot prosessene som ligger bak. I etterarbeidet utfordres elevene til å finne spor etter istiden rundt omkring i verden, ved å studere digitale kart.

**Kompetansemål:**

- Forklare hvordan indre og ytre krefter former landskapet, og kjenne igjen typiske landformer i Norge (Geografi)
- Observere, beskrive og navngi landskapsformer dannet av isbreer, og vurdere hvilke prosesser som kan føre til disse formene (Geofag 1/Geofag X).

**Pensumstoff som dekkes i oppgaven:**

Kap. 1: Jorda. Indre og ytre krefter. Læreboken for Geografi (Karlsen og Solerød, 2006).

Kap. 4: Landformene. Læreboken for Geografi (Karlsen og Solerød, 2006).

Kap. 7: Isbreer- prosesser og landformer. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

**Temaer:**

Ytre og indre krefter  
Landformer dannet av isbreen  
Erosjon  
Skuringsstriper  
Rundsva

**Utstyrliste:**

Feltdagbok  
Noe å skrive med (blyant)  
Kamera

8.1.1 Forarbeid

Opgave 1 - Ytre og indre krefter

a) Hva er forskjellen på indre og ytre krefter? Kom med eksempler.

*Indre krefter er krefter som bl.a. flytter jordskorpeplatene på jordoverflaten. Energien fra jordas varme indre driver de indre kreftene.*

*Ytre krefter er f.eks. rennende vann, isbreer og forvitring som sliter ned, eroderer, landoverflaten.*

*Energien fra sola driver vannets kretsløp, havstrømmene og vindene på jordoverflaten. Sola driver derfor, sammen med tyngdekraften, det vi kaller de ytre kreftene på jordoverflaten.*

b) Hva menes med utsagnet " De indre kreftene bygger opp landoverflaten, mens de ytre kreftene bryter den ned"?

*Se svaret på oppgave a).*

## Oppgave 2 - Skuringsstriper

a) Hva er skuringsstriper og hvordan dannes skuringsstriper?

*Skuringsstriper er spor etter breens bevegelse. Skuringsstriper ble dannet av innlandsisen under siste istid. Når breen glir på underlaget, eroderer den berggrunnen. Skuringsstripene viser hvordan den "steinfylte" bresålen har slipt fjelloverflaten. Stein og blokker som har vært fastfrosset i isen har altså glidd over og skurt underlaget, slik at breen virket som et gigantisk sandpapir. I tillegg var trykket mot underlaget ekstremt stort. Denne prosessen kalles isskuring.*

b) I felt skal du prøve å finne skuringsstriper. Undersøk hva slags spor du kan lete etter ved å finne og studere bilder av skuringsstriper.

*Skuringsstriper er striper på bergoverflater eller på større steinblokker. De er på en måte "risset" inn i berggrunnen og kan ofte gå på tvers av lagdeling i bergarter. De kan være av varierende størrelse og kan være litt vanskelige å få øye på.*

## Oppgave 3 - Rundsva - støt og leside

a) Hvordan kan man se spor etter sliping og plukking (de to måtene breen eroderer på) på et rundsva? Bruk bildet under og beskriv disse prosessene.



Figur 57: Rundsva. Bildet er hentet fra <https://ivarberthling.wordpress.com/2013/05/14/rundsva/>.

*Støtsiden, som vender mot breens bevegelsesretning, er glattskurt og har oftest skuringsstriper som viser breens glidning over og rundt en bergknaus. Lesiden er derimot ru, og bærer preg av at breen har plukket løs større steiner og tatt dem med seg.*

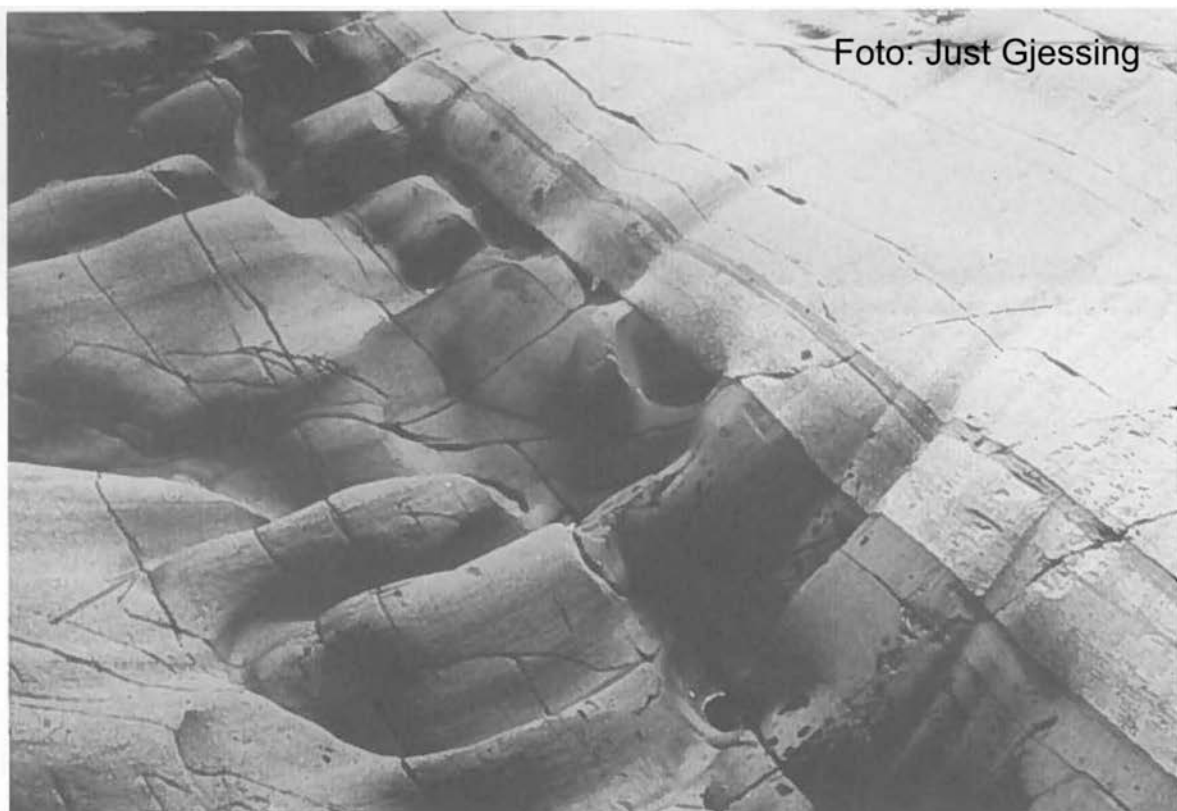
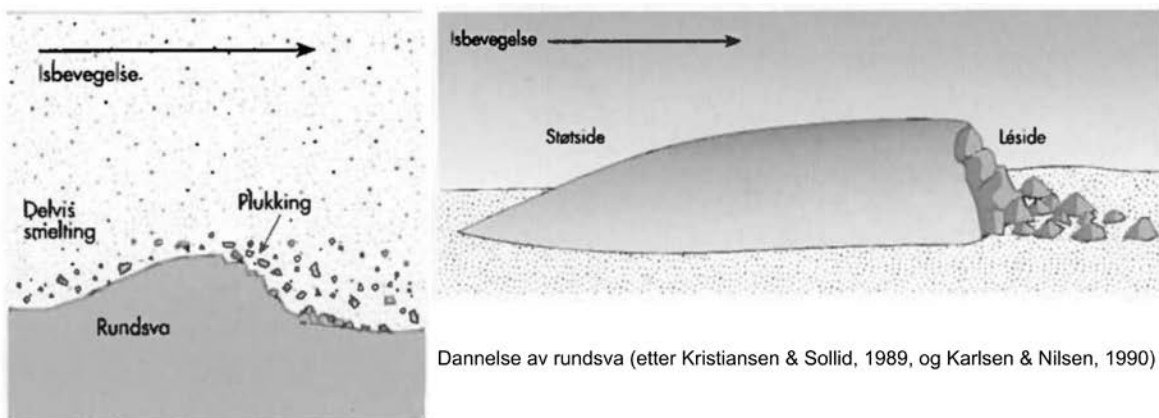
*Rundsva dannes under breer som beveger seg raskt. På støtsiden blir stein/grus/sand som ligger innefrosset i bresålen, presset mot fjellet med høyt trykk. Det høye trykket fører til at isens trykksmeltepunkt synker og dette gjør at litt av breisen langs bunnen av breen smelter. Prosessen kalles "skuring" (tenk på sandpapir).*



På lesiden derimot gjør breens bevegelse at isen ikke klarer å holde kontakten med underlaget. Det blir derfor dannet et hulrom langs bresålen. Her er trykket lavere. Noe vann vil også strømme til lesiden. Siden trykket er mindre vil vannet fryse igjen og frostforvitring sprenger løs biter av fjellet. Disse blir plukket opp av breen og prosessen blir derfor betegnet som "plukking". Resultatet blir et rundsva med en glatt støtside og en kantet leside.

b) Hva er sammenhengen mellom sliping og plukking, og støt- og leside? Hvilken vei har isen beveget seg, ut ifra bildet over?

På støtsiden foregår sliping og skuring og ved lesiden foregår plukking. Isen har kommet fra venstre side i bildet i oppgaveteksten. På illustrasjonen under blir brebevegelsesretningen motsatt.



Figur 58: Støt- og leside (Nesje, 1995, s 61).

### 8.1.2 Feltarbeid

Gå til bergblotningen ved Østerlivegen, markert som lokalitet 2 på

Figur 1.



**Figur 59: Bergblotningen ved Østerlivegen.**

Oppgave 1 - Spor etter isbreer:

Hvilke spor etter isbreen kan du finne i denne bergblotningen? Dokumenter med bilder (husk målestokk, f.eks. blyant på bildene).

*Myke avrundede former, skuringsstriper, støt (glatt/myk)- og leside (ruglete) -> rundsva.*





Figur 60: Skuringsstriper.



Figur 61: Skuringsstriper.

Oppgave 2 - Støt og leside:

Når isbreen eroderer i landskapet vil vi i ettetid kunne se en støtside og en leside.

a) Finner du en støt og leside i denne blotningen?

b) Hva kalles en slik landform?

*Rundsva*

c) Hvordan kan du bruke dette til å avgjøre isens bevegelsesretning i dette området?

*En støtside vil være avrundet i kantene og har avrundede, myke former. Lesiden vil derimot kjennes mer ruglete, og har tydelige spor etter isens "plukking". Støtsiden er den siden som vender mot bevegelsesretningen.*



### 8.1.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Glasiøle landformer

Bruk "Google Maps" eller "Google Earth" (bruk gjerne "street view" til hjelp hvis det er mulig) til å søke opp følgende lokaliteter:

- Matterhorn (Sveits)
- Iceberg Lake (Montana - USA)
- Auyuittuq National Park (Canada)
- Galdhøpiggen (Norge)
- Jostedalshreen (Norge)
- Snøhetta (Norge)
- Storsylen (Norge)
- Trondheim (Norge)

Zoom litt ut og se rundt omkring i området. Hva slags glasiøle landformer ser du på bildene?

#### Oppgave 2 - Bildeserie

Lag en bildeserie der du presenterer istidssporene du oppdaget i feltarbeidet.

## 8.2 Spor etter istiden - elevoppgaver



Figur 62: Spor etter istiden. Hentet fra: <http://cutterlight.com/tag/blackstone-glacier/>

### Utstyrliste:

Feltdagbok  
Noe å skrive med (blyant)  
Kamera

### 8.2.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - Ytre og indre krefter

a) Hva er forskjellen på indre og ytre krefter? Kom med eksempler.

b) Hva menes med utsagnet “ De indre kreftene bygger opp landoverflaten, mens de ytre kreftene bryter den ned”?

### Oppgave 2 - Skuringsstriper

- a) Hva er skuringsstriper og hvordan dannes skuringsstriper?
- b) I felt skal du prøve å finne skuringsstriper. Undersøk hva slags spor du kan lete etter ved å finne og studere bilder av skuringsstriper.

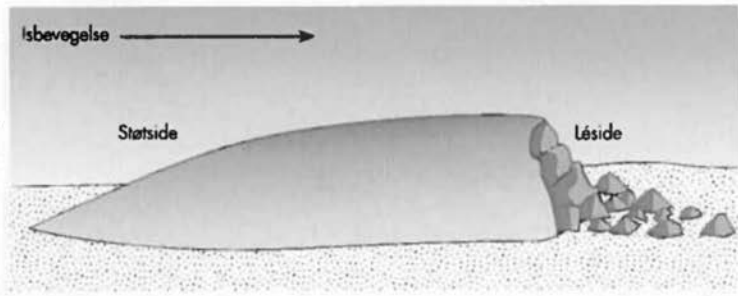
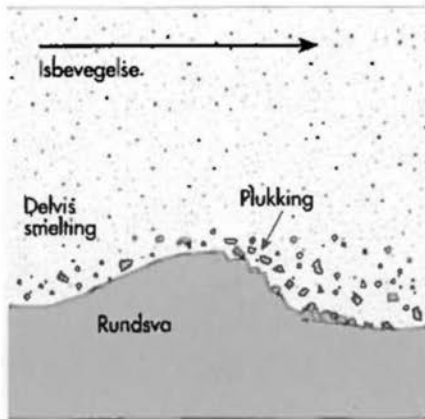
### Oppgave 3 - Rundsva - støt og leside

- a) Hvordan kan man se spor etter sliping og plukking (de to måtene breen eroderer på) på et rundsva? Bruk bildet under og beskriv disse prosessene.

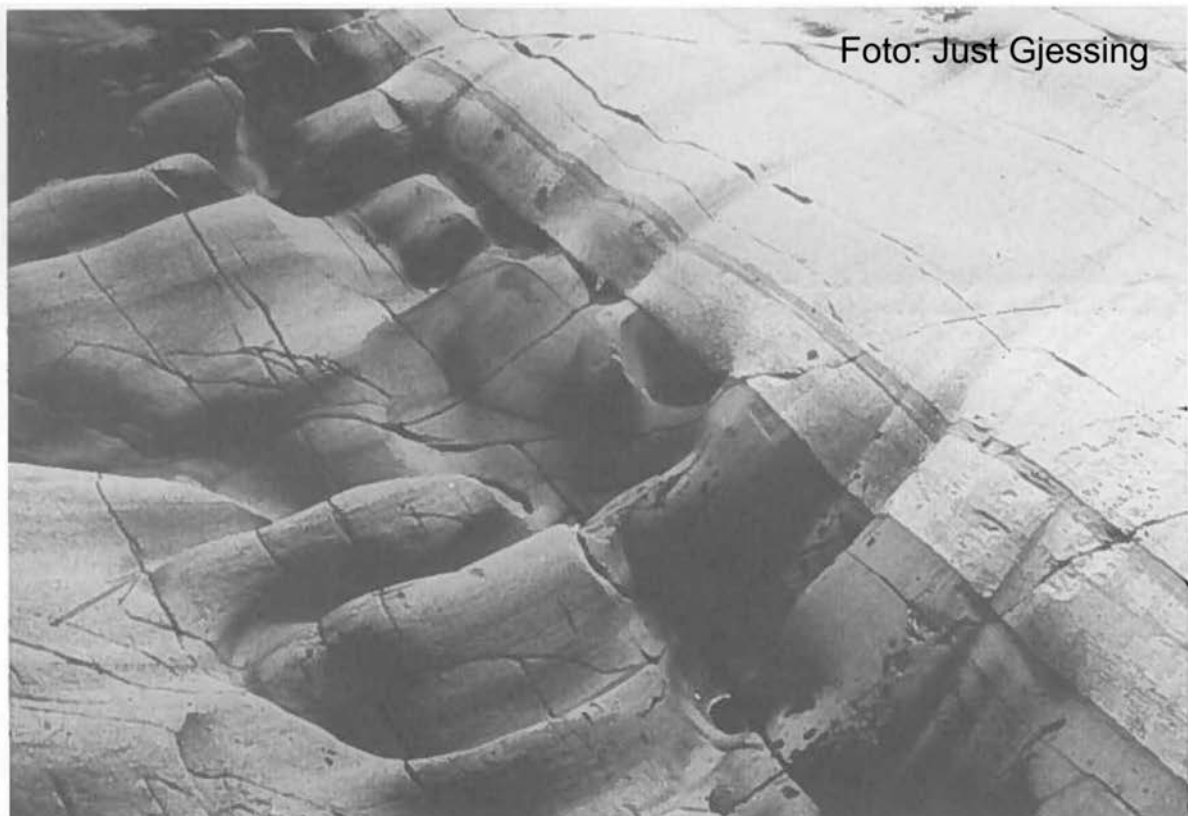


Figur 63: Rundsva. Bildet er hentet fra <https://ivarberthling.wordpress.com/2013/05/14/rundsva/>.

- b) Hva er sammenhengen mellom sliping og plukking, og støt- og leside? Hvilken vei har isen beveget seg, ut ifra bildet over?



Dannelse av rundsva (etter Kristiansen & Sollid, 1989, og Karlsen & Nilsen, 1990)



Figur 64: Støt- og leside (Nesje, 1995, s 61).



### 8.2.2 Feltarbeid

Gå til bergblotningen ved Østerlivegen, markert som lokalitet 2 på Figur 1.



**Figur 65: Bergblotningen ved Østerlivegen.**

Oppgave 1 - Spor etter isbreer:

Hvilke spor etter isbreen kan du finne i denne bergblotningen? Dokumenter med bilder (husk målestokk, f.eks. blyant på bildene).





Figur 66: Finner du spor etter isbreen her?



Figur 67: Finner du spor etter isbreen her?

Oppgave 2 - Støt og leside:

Når isbreen eroderer i landskapet vil vi i ettertid kunne se en støtside og en leside.

- a) Finner du en støt og leside i denne blotningen?
  
- b) Hva kalles en slik landform?
  
- c) Hvordan kan du bruke dette til å avgjøre isens bevegelsesretning i dette området?

### 8.2.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Glasiale landformer

Bruk "Google Maps" eller "Google Earth" (bruk gjerne "street view" til hjelp hvis det er mulig) til å søke opp følgende lokaliteter:

- Matterhorn (Sveits)
- Iceberg Lake (Montana - USA)
- Auyuittuq National Park (Canada)
- Galdhøpiggen (Norge)
- Jostedalsbreen (Norge)
- Snøhetta (Norge)
- Storsylen (Norge)
- Trondheim (Norge)

Zoom litt ut og se rundt omkring i området. Hva slags glasiale landformer ser du på bildene?

#### Oppgave 2 - Bildeserie

Lag en bildeserie der du presenterer istidssporene du oppdaget i feltarbeidet.



## 9. Mineraler og mineralbeskrivelser - løsningsforslag



Figur 68: Mineraler og mineralbeskrivelser. Hentet fra: <http://thehappyscientist.com/study-unit/minerals-around-you>

Denne oppgaven kan gjerne kombineres med oppgaven om bergarter som ligger like ved.

### Hensikt:

Elevene skal bli kjent med et utvalg av mineraler og studere disse selv i en bergblotning.

### Kompetansemål:

Målet for opplæringen er at eleven skal kunne ...

- Forklare dannelsen av magmatiske og metamorfe bergarter ved å bruke teorien om platetektonikk (Geofag 1/Geofag X).
- Gjøre rede for dannelsen av sedimentære bergarter (Geofag 1/Geofag X).

**Pensumstoff som dekkes i oppgaven:**

Kap. 2: Geologi. Mineraler. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

**Temaer:**

Mineraler  
Mineralbeskrivelser

**Utstyrliste:**

Mineraler (særlig kvarts, kobberkis, svovelkis, kloritt)  
Feltdagbok  
Noe å skrive med

9.1.1 Forarbeid

Se på listen under og studer mineralene som skal letes etter i blotningen på forhånd.

Beskriv hvert mineral så godt som mulig i en feltdagbok (tenk på farge, glans, hardhet og eventuelle andre kjennetegn du tror kan være til nytte). Husk at du kan bruke feltdagboken i feltarbeidet, så disse notatene blir gull verdt når du skal lete etter mineralene!

*Å ta med noen prøvestykker av mineralene fra skolen ut til denne lokaliteten er også en fordel. Det å se at ting ikke alltid er like lett å få øye på i felt kan være en nyttig erfaring.*

- Kvarts
- Kobberkis
- Svovelkis (kalles også pyritt eller "fool's gold").
- Kloritt

### 9.1.2 Feltarbeid

Denne lokaliteten finner man i bergblotningen like ved Skyåsparken, markert som lokalitet 5 på

Figur 1.



**Figur 69:** Her ser vi bergblotningen der vi skal studere mineraler.

Under følger en liste over følgende mineraler som skal studeres i bergblotningen.

*Elevene kan ta med denne listen med bilder, og ha disse til hjelp under feltarbeidet.*

Kvarts

Glassaktig glans, ingen klare bruddflater



Kobberkis

Rødaktig farge, kan være "irret" og da ha grønn farge.



Svovelkis/Pyritt ("fool's gold")

Ligner på kobberkis, men her "gullfarge". Har klare bruddflater når "perfekt" og har kubestruktur.





Kloritt

Grønn farge, er et glimmermineral. er mykt og kan skrapes.



## 9.2 Mineraler og mineralbeskrivelser - elevoppgaver



Figur 70: Mineraler og mineralbeskrivelser. Hentet fra: <http://thehappyscientist.com/study-unit/minerals-around-you>

Utstysrliste:

Mineraler (særlig kvarts, kobberkis, svovelkis, kloritt)

Feltdagbok

Noe å skrive med

### 9.2.1 Forarbeid

Se på listen under og studer mineralene som skal letes etter i blotningen på forhånd.

Beskriv hvert mineral så godt som mulig i en feltdagbok (tenk på farge, glans, hardhet og eventuelle andre kjennetegn du tror kan være til nytte). Husk at du kan bruke feltdagboken i feltarbeidet, så disse notatene blir gull verdt når du skal lete etter mineralene!

Kvarts

Kobberkis

Svovelkis (kalles også pyritt eller "fool's gold").

Kloritt

### 9.2.2 Feltarbeid

Denne lokaliteten finner man i bergblotningen like ved Skyåsparken, markert som lokalitet 5 på

Figur 1.



**Figur 71:** Her ser vi bergblotningen der vi skal studere mineraler.

Under følger en liste over mineraler som skal studeres i bergblotningen.

Kvarts



Kobberkis



Svovelkis/Pyritt ("fool's gold")





Kloritt



## 10. Bergarter- "Stripete, prikkete og lag på lag" - løsningsforslag



Figur 72: Bergarter - "Stripete, prikkete og lag på lag".

*Denne oppgaven kan gjerne kombineres med oppgaven om mineraler og mineralbeskrivelser som ligger like ved.*

### Hensikt:

Hensikten med denne øvelsen er å gi elevene trening i å plassere bergartene innenfor de tre hovedgruppene; stripete (metamorfe), prikkete (magmatiske) og lag på lag (sedimentære).

Ved bommen inn til Skyåsparken står det flere steiner på rad og rekke. Disse danner grunnlaget for dette undervisningsopplegget. Elevene kan gå sammen i par og studere hver enkelt bergart. Om dette går greit, kan man prøve å navngi bergartene, kanskje med litt hjelp av en felthåndbok.

### Kompetansemål:

*Målet for opplæringen er at eleven skal kunne ...*

- Forklare dannelsen av magmatiske og metamorfe bergarter ved å bruke teorien om platetektonikk (Geofag 1/Geofag X).
- Gjøre rede for dannelsen av sedimenter og sedimentære bergarter (Geofag 1/Geofag X).

### Pensumstoff som dekkes i oppgaven:

Kap. 2: Geologi: Bergarter. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007)

**Temaer:**

Bergarter  
Sedimentære bergarter  
Magmatiske bergarter  
Metamorfe bergarter  
Mineraler

**Utstysliste:**

Feltdagbok  
Blyant  
Kamera  
Alternativt: felthåndbok med bergarter

10.1.1 Forarbeid

Oppgave 1 - "Stripete, prikkete og lag på lag"

Bli kjent med inndelingen av de tre hovedtypene bergarter: metamorfe, magmatiske og sedimentære bergarter ved å se denne filmen fra Naturfagssenteret:

**<http://www.naturfag.no/filmbeskrivelse/vis.html?tid=1995783>** (varighet: 12 min)

For å skille de tre hovedtypene brukes forenklingen "stripete, prikkete og lag på lag". Typiske kjennetegn ved hver hovedtype bergart studeres og dette ses i sammenheng med hvordan bergarten er dannet. Til slutt er temaet geologisk historie for et område ved å studere hvilke bergarter som finnes der, og ved å bruke prinsippet om relativ alder.

Etter at elevene har sett filmen skal de fylle ut følgende tabell:

Tegn følgende tabell i feltdagboka, og fyll den ut. Denne trenger du til feltarbeidet.

Løsningsforslag:

Hovedtype bergart	Kjennetegn	Dannelsesmåte
<b>Magmatiske bergarter</b>	<i>Prikkete</i>	<i>Kalles også for en strøkningsbergart. Disse bergartene dannes når magma, eller steinsmelte, størkner eller krystalliserer.</i>
<b>Sedimentære bergarter</b>	<i>Lag på lag</i>	<i>Kalles også for en avsetningsbergart. Disse bergartene dannes når løsmasser som leire, sand og grus blir avsatt på jordoverflaten, oftest på havbunnen, og forsteines slik at det blir en fast bergart.</i>
<b>Metamorfe bergarter</b>	<i>Stripete</i>	<i>Kalles også for en omdannet bergart. En metamorf bergart dannes når en magmatisk eller en sedimentær bergart blir utsatt for høyt trykk og temperatur og/eller deformasjon slik at mineralsammensetningen og strukturen er blitt endret. Dette skjer <b>uten</b> at bergartene smelter eller eroderes til et sediment.</i>

### Oppgave 2 - Studering av steinsamling

Studer steinsamlingen dere har på skolen. Du skal finne tre eksempler fra hver hovedtype av bergartene, altså til sammen 9 bergarter. Bruk kjennetegnene som du lærte i oppgaven over. Hvis du har tid kan du prøve å navngi de ulike bergartene.

### Oppgave 3 - Det geologiske kretsløpet

Lag en skisse av det geologiske kretsløpet og skriv en forklaring til tegningen.

Hvilke snarveier kan bergartene ta gjennom kretsløpet?

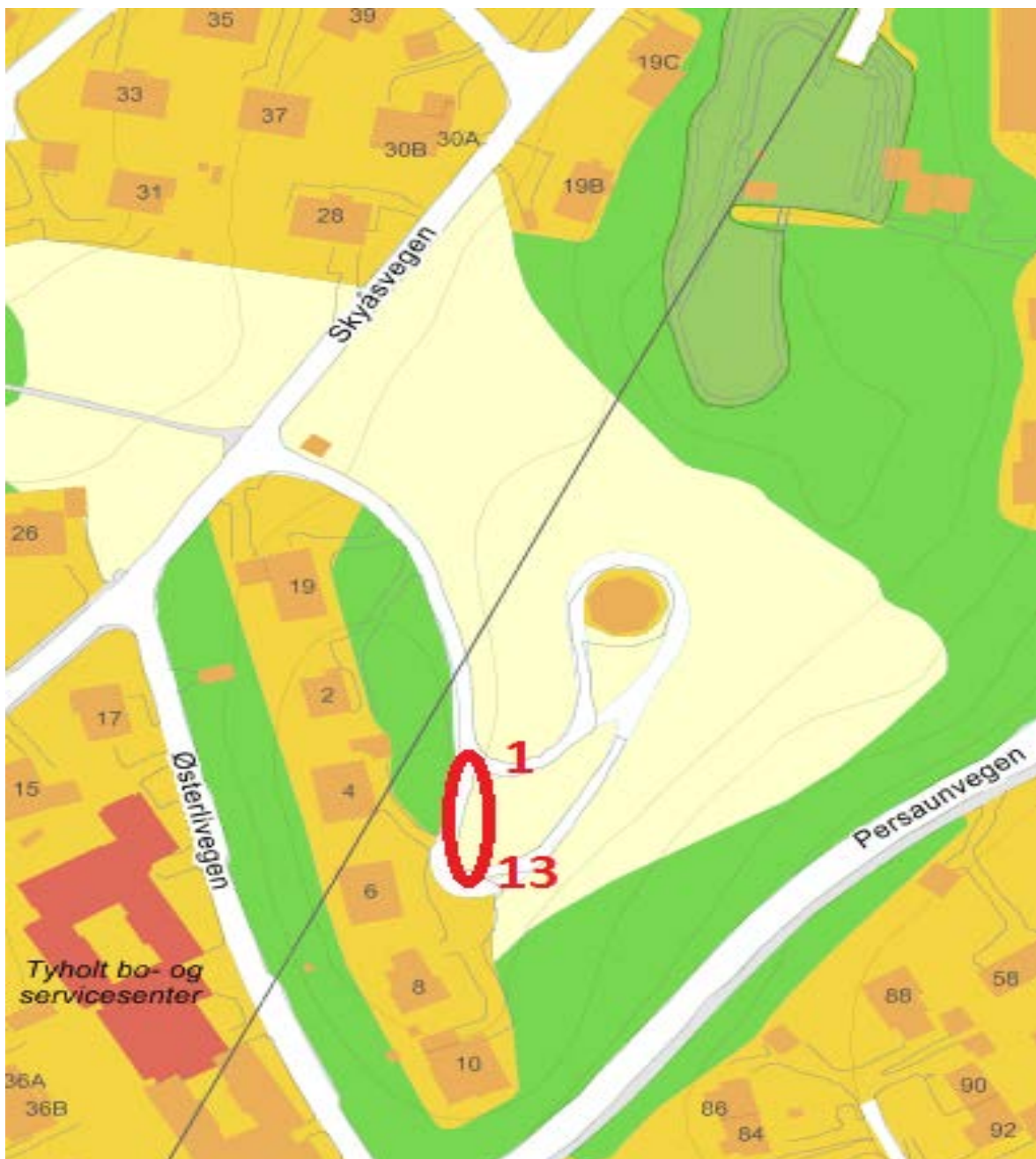


### 10.1.2 Feltarbeid

Gå til Skyåsparken, markert som lokalitet 4 på

Figur 1.

Når man kommer gående inn Østerlivegen ser man to bommer. Mellom disse ligger det 13 steiner. På kartet under ser man nummereringen av disse (Figur 73).



Figur 73: Steinene i kronologisk rekkefølge fra nr. 1 til nr.13 i Skyåsparken.



**Figur 74: Steinene fra nr. 1 til nr 13.**

### **Oppgave 1- Bestemmelse av hovedtype bergarter**

Bestem hvilken hovedtype av bergarter de ulike steinene tilhører (stripete, prikkete og lag på lag) og beskriv dem. Fyll inn i tabellen under. Ta bilder av bergartene, og lag et system slik at du husker rekkefølgen!

**Tips:** Ta med vannflaske og sprut vann på bergartene for å lettere studere de! Ta også med lupe og evt. felthåndbok for bergarter og mineraler.

## Løsningsforslag:

Bilde	Beskrivelse
	<p><b>Nr. 1: Prikkete-</b> Hovedbergarten er Trondhjemitt (finkornet), men vi ser også steiner av gneis inni hovedbergarten. Trondhjemitt består hovedsaklig av natriumrik, lys feltspat og kvarts med litt biotitt. Trondhjemitt er i Norge kjent fra Sogn og fra Trondheimsfeltet i den kaledonske fjellkjeden. Hvordan har disse steinene havnet inni hovedbergarten?</p> <p>Disse steinene (de mørke/grønne) kalles xenolitter som betyr fremmedstein (Sigmond m.fl., 2013). Dette er inneslutninger av en eldre bergart i en magmatisk bergart. Når magma trenger seg opp fra magmakammeret kan andre bergarter (som størknet tidligere) bli revet med og havne inni smeltemassen, som senere størkner.</p>
	<p><b>Nr. 2: Lag på lag.</b> Kan kanskje se ut som prikkete, men vi ser at prikkene (bollene) ikke utgjør mineraler, men bergarter. Dette er et konglomerat og denne er karakteristisk i utseendet. Konglomerat er en grovkornet, klastisk sedimentær bergart som består av boller (rullestein og grus) i en mer finkornet grunnmasse av sand eller slam som er sammenkittet. Konglomerat kan inneholde boller av én - eller flere bergarter.</p>





	<p><b>Nr. 3:</b>Stripete bergart - Gneis.</p> <p>Gneis er en foliært eller båndet, omdannet bergart som vanligvis består av mineralene kvarts, feltspat, biotitt og/eller hornblende(svart). Bånd med lyse, likekornete mineraler veksler med bånd hvor plateformede, mørke mineraler som f.eks. biotitt er fremtredende.</p>
	<p><b>Nr. 4:</b> Lag på lag bergart. Den kan kanskje se litt prikkete ut, men prikkene/kornene er ikke rene mineraler, men bergarter, og dermed er dette ikke en magmatisk bergart, men en sedimentær bergart. Studer med lupe! Sandstein m/jernutfelling. Sandstein er en klastisk sedimentær bergart sammensatt av sandkorn, gjerne i en mer finkornet grunnmasse. Den er dannet ved at løs sand presses sammen ved vekten av overliggende masser og sandkornene kittes sammen ved leirmineraler, kalkspat, kvarts eller jernforbindelser.</p>
	<p><b>Nr. 5:</b> Prikkete bergart - Trondhjemitt. Den brune fargen skyldes utfelling av mineralet jern.</p> <p>Prikkete bergart med hvite (feltspat = plagioklas), "grå" (kvarts) og svarte mineraler(biotitt = glimmer).</p> <p>Trondhjemitt er en "hvit" granitt som ikke inneholder mineralet K-feltspat (rosa farge). Det er måten å skille Trondhjemitt fra granitt; med eller uten rosa farge.</p>



	<p><b>Nr. 6: Prikkete bergart - Trondhjemitt.</b></p> <p>Prikkete bergart med hvite (feltspat = plagioklas), "grå" (kvarts) og svarte mineraler (biotitt = glimmer).</p> <p>Trondhjemitt er en "hvit" granitt som ikke inneholder mineralet K-feltspat (rosa farge). Det er måten å skille Trondhjemitt fra granitt; med eller uten rosa farge.</p>
	<p><b>Nr. 7: Prikkete bergart - Trondhjemitt</b></p> <p>Prikkete bergart med hvite (feltspat = plagioklas), "grå" (kvarts) og svarte mineraler (biotitt = glimmer).</p> <p>Trondhjemitt er en "hvit" granitt som ikke inneholder mineralet K-feltspat (rosa farge). Det er måten å skille Trondhjemitt fra granitt; med eller uten rosa farge.</p>
	<p><b>Nr. 8: Kan være litt vanskelig å se, men bergarten er en sandstein.</b></p> <p>"Lag på lag bergart" - en kan se "sandkorn", her kan det være lurt å bruke lupe. Kornene har grå/hvit farge (kvarts) eller rosa farge (K-feltspat). I noen av sandsteinen kan en se tynde svarte lag av silt eller leire, eller de kan være homogene av ren sand.</p>

	<p><b>Nr. 9: Trondhemitt</b></p> <p>Prikkete bergart med hvite (feltspat = plagioklas), "grå" (kvarts) og svarte mineraler (biotitt = glimmer).</p> <p>Trondhemitt er en "hvit" granitt som ikke inneholder mineralet K-feltspat (rosa farge). Det er måten å skille Trondhemitt fra granitt; med eller uten rosa farge.</p>
	<p><b>Nr. 10: Granitt</b></p> <p>Prikkete bergart som har røde mineraler i seg, alkalifeltspat (hvilket ikke er typisk for Trondhemitt). Andre mineraler er "grå" og glassaktig = kvarts, og mørke glimmer (svart = biotitt, grå/sølv" = muskovitt)</p>
	<p><b>Nr. 11: Sandstein</b></p> <p>"Lag på lag bergart" - en kan se "sandkorn", her kan det være lurt å bruke lupe. Kornene har grå/hvit farge (kvarts) eller rosa farge (K-feltspat). I noen av sandsteinen kan en se tynne svarte lag av silt eller leire, eller de kan være homogene av ren sand.</p>



	<p><b>Nr. 12:</b> Stripete og omdannet - Gneis. Stripene dannes av lyse og mørke lag, som her er veldig foldet = båndet gneis.</p>
	<p><b>Nr. 13:</b> Prikkete bergart - Granitt Lyse mineraler hvor lysrød er K-feltspat, "grå" er kvarts og mørkemineraler er glimmer (biotitt). Hvis glimmeret har lys farge er det også kalt "kråkesølv" = muskovitt.</p>

### 10.1.3 Etterarbeid

Skriv en kort rapport fra feltarbeidet. Du skal beskrive de ulike bergartene du fant. Forklar hvilke kjennetegn som gjør at bergarten tilhører en bestemt hovedtype (bruk tabellen fra forarbeidet), og fortell hvordan denne bergarten har blitt dannet ved å bruke det geologiske kretsløpet. Inkluder bildene av de forskjellige bergartene du tok i feltarbeidet.

## 10.2 Bergarter- "Stripete, prikkete og lag på lag" - elevoppgaver



Figur 75: Bergarter - "Stripete, prikkete og lag på lag".

### Utstyrsliste:

Feltdagbok

Blyant

Kamera

Alternativt: felthåndbok med bergarter

### 10.2.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - "Stripete, prikkete og lag på lag"

Bli kjent med inndelingen av de tre hovedtypene bergarter: metamorfe, magmatiske og sedimentære bergarter ved å se denne filmen fra Naturfagssenteret:

<http://www.naturfag.no/filmbeskrivelse/vis.html?tid=1995783> (varighet: 12 min)

For å skille de tre hovedtypene brukes forenklingen "stripete, prikkete og lag på lag". Finn ut hvordan hver hovedtype bergart dannes og hvilke kjennetegn (stripete, prikkete eller lag-på-lag) du kan se etter for å klassifisere de når du er ute i felt.



Tegn inn tabellen på neste side og fyll den ut. Denne trenger du til feltarbeidet.

Hovedtype bergart	Kjennetegn ( <i>Prikkete, stripete, lag på lag</i> )	Dannelsesmåte
Magmatiske bergarter		
Sedimentære bergarter		

Metamorfe bergarter		
---------------------	--	--

### Oppgave 2 - Studering av steinsamling

Studer steinsamlingen dere har på skolen. Du skal finne tre eksempler fra hver hovedtype av bergartene, altså til sammen 9 bergarter. Bruk kjennetegnene som du lærte i oppgaven over. Hvis du har tid kan du prøve å navngi de ulike bergartene.

### Oppgave 3 - Det geologiske kretsløpet

Lag en skisse av det geologiske kretsløpet og skriv en forklaring til tegningen.

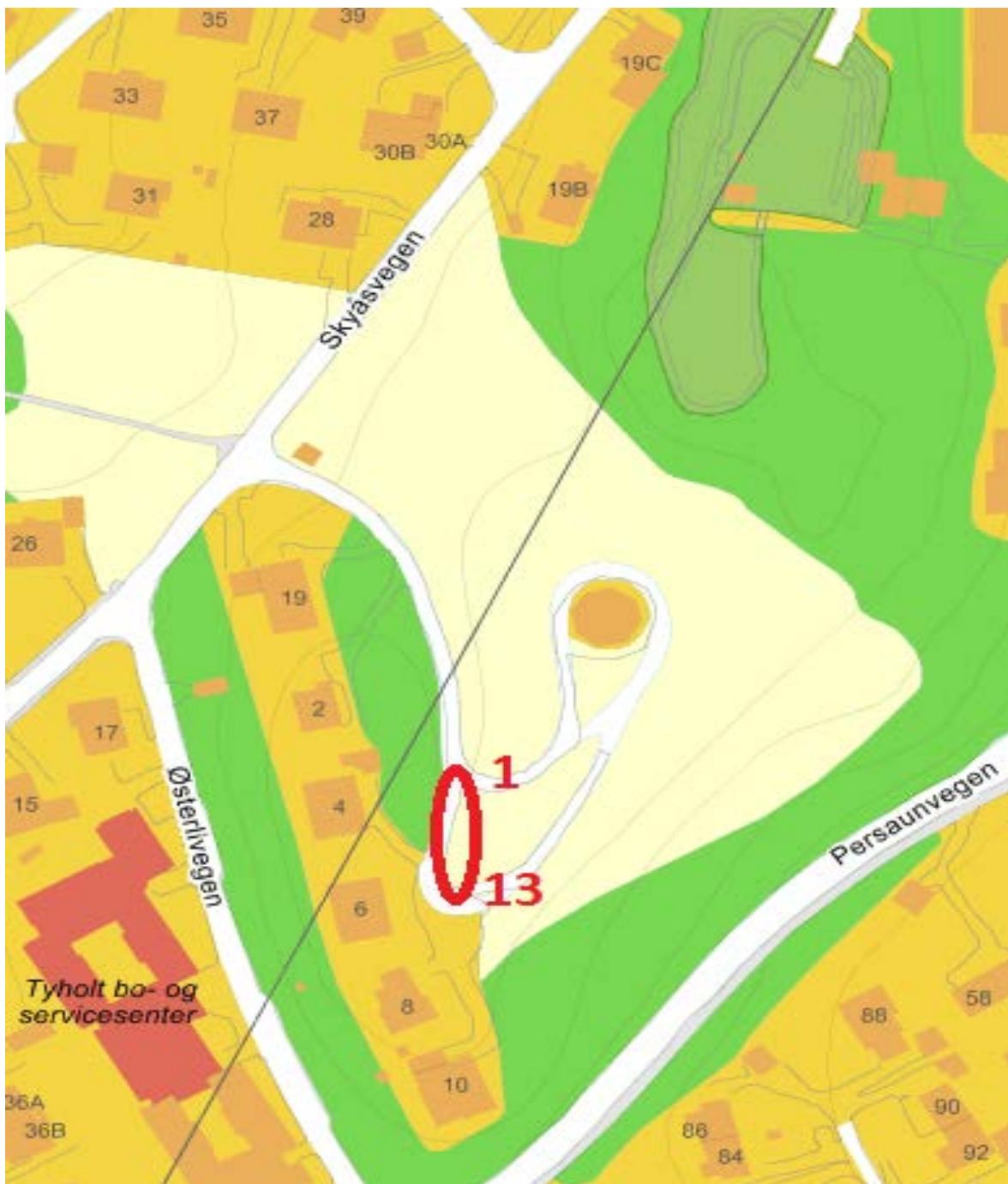
Hvilke snarveier kan bergartene ta gjennom kretsløpet?

### 10.2.2 Feltarbeid

Gå til Skyåsparken, markert som lokalitet 4 på

Figur 1.

Når man kommer gående inn Østerliven ser man to bommer. Mellom disse ligger det 13 steiner. På kartet under ser man nummereringen av disse (Figur 76).



Figur 76: Steinene i kronologisk rekkefølge fra nr. 1 til nr.13 i Skyåsparken.





**Figur 77: Steinene fra nr. 1 til nr 13.**




#### Oppgave 1- Bestemmelse av hovedtype bergarter

Bestem hvilken hovedtype av bergarter de ulike steinene tilhører (stripete, prikkete og lag på lag) og beskriv dem. Fyll inn i tabellen på neste side. Ta bilder av bergartene, og lag et system slik at du husker rekkefølgen!

**Tips:** Ta med vannflaske og sprut vann på bergartene for å lettere studere dem! Ta også med lupe og evt. felthåndbok for bergarter og mineraler.



Bilde	Beskrivelse
	<p><b>Nr. 1:</b></p> <p>Hvordan har disse steinene havnet inni hovedbergarten?</p>
	<p><b>Nr. 2:</b></p>

	<p><b>Nr. 3:</b></p>
	<p><b>Nr. 4:</b></p>
	<p><b>Nr. 5:</b></p>



**Nr. 6:**



**Nr. 7:**



**Nr. 8:**





**Nr. 9:**





**Nr. 10:**



**Nr. 11:**



	<p><b>Nr. 12:</b></p>
	<p><b>Nr. 13:</b></p>

### 10.2.3 Etterarbeid

Skriv en kort rapport fra feltarbeidet. Du skal beskrive de ulike bergartene du fant. Forklar hvilke kjennetegn som gjør at bergarten tilhører en bestemt hovedtype (bruk tabellen fra forarbeidet), og fortell hvordan denne bergarten har blitt dannet ved å bruke det geologiske kretsløpet. Inkluder bildene av de forskjellige bergartene du tok i feltarbeidet.

## 11. Nyttige lenker

NGU: Kart.

<http://www.ngu.no/kart-og-data/kartinnsyn>

Artikkelsamling utgitt av Naturfagssenteret med fokus på geofagundervisning. Sterkt anbefalt lesing til alle geografi- og geofaglærere!

<http://www.naturfag.no/binfil/download2.php?tid=2058818>

Undervisningsaktiviteter til geofag og geografi. Earthlearningidea.com: [Index - Norwegian](#)

Informasjon om ekstremvær i Norge de neste tiårene. Artikkelen dekker alle landsdeler.

<http://mm.aftenposten.no/kloden-var/norge-darlig-forberedt-pa-ekstremvaer>

NGU: Informasjon om bergindustrien i Norge med eget hefte som kan lastes ned (nederst på siden).

<http://www.ngu.no/nyheter/bergindustrien-omsatte-13-milliarder-kroner-1>

NGU: 1-sides plakater om geologiske fenomener i Trondheim (landheving, Nidelvas løp, kvikkleire, kvikkleireskred og sikring mot kvikkleire).

[http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu\\_forskningstorget\\_06.pdf](http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu_forskningstorget_06.pdf)

H. Fossen: Interaktiv bergartsmodul:

<http://folk.uib.no/nglhe/Emodules/BERGARTSMODUL.swf>

## 12. Kilder

Bergarter (2013, 25. oktober). I Store norske leksikon. Hentet 4. august 2014 fra <http://snl.no/bergarter>

Bryhni, I. (1999). *Hvordan kan nærområdet være en undervisningsressurs?* Mineralogisk-geologisk museum, Univ. i Oslo, Brosjyre, ? sider.

Fossen, H. (2008). *Geologi - Stein, mineraler, fossiler og olje*. Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS, 169 sider.

Frøyland, M. (2010). "Mange erfaringer i mange rom - variert undervisning i klasserom, museum og naturen". Abstrakt forlag. 201 sider. ISBN: 9788279352952

Frøyland, M. og Remmen, K.B. (Redaktører). (2013). *KIMEN - Kompetanse Inspirasjon Mangfold Engasjement i Naturfag*, nr. 1, 2013. "Georøtter og feltføtter - en antologi om geodidaktikk". Naturfagsenteret, nasjonalt senter for naturfag i opplæringen, 182sider.

Karlsen, O.G. (2007). *Terra mater*, Læreboken for geofag X | Geofag 1. Aschehoug forlag.

Karlsen, O.G. (2008). *Terra nostra*, Læreboken for Geofag 2. Aschehoug forlag.

Olsen, L. (1997). Rapid shifts in glacial extension characterize a new conceptual model for glacial variations during the Mid and Late Weichselian in Norway. *NGU-Bulletin* 433, pp. 54-55, se Fig. 2.

Nesje, A. (1995). *Brelære*. Høyskoleforlaget, 124 sider.

Prestvik, O. (2013) Hva skal til for at lærere skal ta i bruk nærmiljøet? I Frøyland og Remmen, Redaktører. *Kimem*, nr. 1, 2013, se sidene 88-96.

Ramberg, I., Bryhni, I., Nøttvedt, A., Ragnes, K. (Redaktører) (2013). "*Landet blir til - Norges geologi*" Utgave 2.: Utgiver Norsk Geologisk Forening (NGF) c/o NGU, NO-7491 Trondheim, 656 sider. ISBN 978-82-92-39483-0

Reite, A.J., Sveian, H. og Erichsen, E. (1999). "Trondheim fra istid til nåtid - landskaphistorie og løsmasser" *Gråsteinen* nr. 5. Norges geologiske undersøkelse.

Sediment: geologi (2009, 15. februar). I Store norske leksikon. Hentet 4. august 2014 fra <http://snl.no/sediment%2Fgeologi>

Sigmond, E., Bryhni, I. & Jorde, K. (2013). *Norsk geologisk ordbok*. Akademika forlag.

Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Paperback 1987. 218 sider.

Skinner, B. og Porter, S. (1995). *The Dynamic Earth - an Introduction to Physical Geography*. Wiley & Sons 3rd edition, 570 sider, se s.115.

Tollan, A. 2012 (1. november). Grunnvann. I Store norske leksikon. Hentet 2. juli 2014 fra <http://snl.no/grunnvann>

Utdanningsdirektoratet, 2006 [læreplan i geofag - Utdanningsdirektoratet](#)

Andre sentrale kilder til Norge og kvartærgeologi/løsmasser:

Andersen, B. G. 1954. Randmorener i Sørvest-Norge. Norsk Geografisk Tidsskrift. Oslo. Vol. 14 (5-6), sidene 273-342.

Andersen, B. G. 2000. Istider i Norge – Landskap formet av istidens breer. Universitetsforlaget, 216 sider. ISBN 97-88200451-34-1

Andersen, B. G. 2000. Ice Age Norway – Landscapes formed by ice age glaciers. Universitetsforlaget, 216 sider. ISBN 82-00-45366-9

Andersen, B. G. og Borns, H. W. 1997. The Ice Age World: An Introduction to Quaternary history and research with emphasis on North America and Northern Europe during the last 2.5 million years. Universitetsforlaget 208 sider. ISBN 97-88200376-83-5

Mangerud, J. 1976. Fra istid til nåtid. Gyldendal, Oslo. Særtrykk fra Hartvedt (Redaktør). Hordaland og Bergen. Sidene 111-151.

Mangerud, J. 2004 Siste istid: bulldoser og nyskaper. Naturhistorisk vegbok Bergen. Bergen museum: Nord 4, sidene 67-73.

Mangerud, J. 2006. Milankovitch' istidsteori: den astronomiske teori for klimavariasjoner. Er en del av "Teori og metode i geografi, universitetet i Bergen". Fagbokforlaget. Sidene 311-328.



# 1. Fjordbunnen hever seg



Visste du at vi i Trondheim lever og bor på gammel sjøbunn? Her er det som skjedde!



Hele Trondheims-området lå under is for 12.500 år siden (øverst). I midten ser vi hvordan det så ut for 10.600 år siden og nederst for 10.300 år siden.



Øverst Trondheim for 10.600 år siden. I midten byen for 10.300 år siden og nederst slik det er i dag.

Under siste istid var landmassene i hele Skandinavia presset ned – som en «bulk» i jordskorpa – under kilometer tykk, tung is. Da isen smeltet for 11 500 til 10 000 år siden, lå store deler av Trondheim under vann. Istidsfjorden var full av breslam som sank ned på fjordbunnen og dannet tykke lag av blåleire (se plakat 3).

Saltvannet slo inn over strendene hele 175 meter høyere enn i dag. Bymarka og Estenstadmarka var store øyer i istidens Trondheimsfjord, - en fjord som nådde helt inn i Jonsvatnet, Klæbu og Selbu!



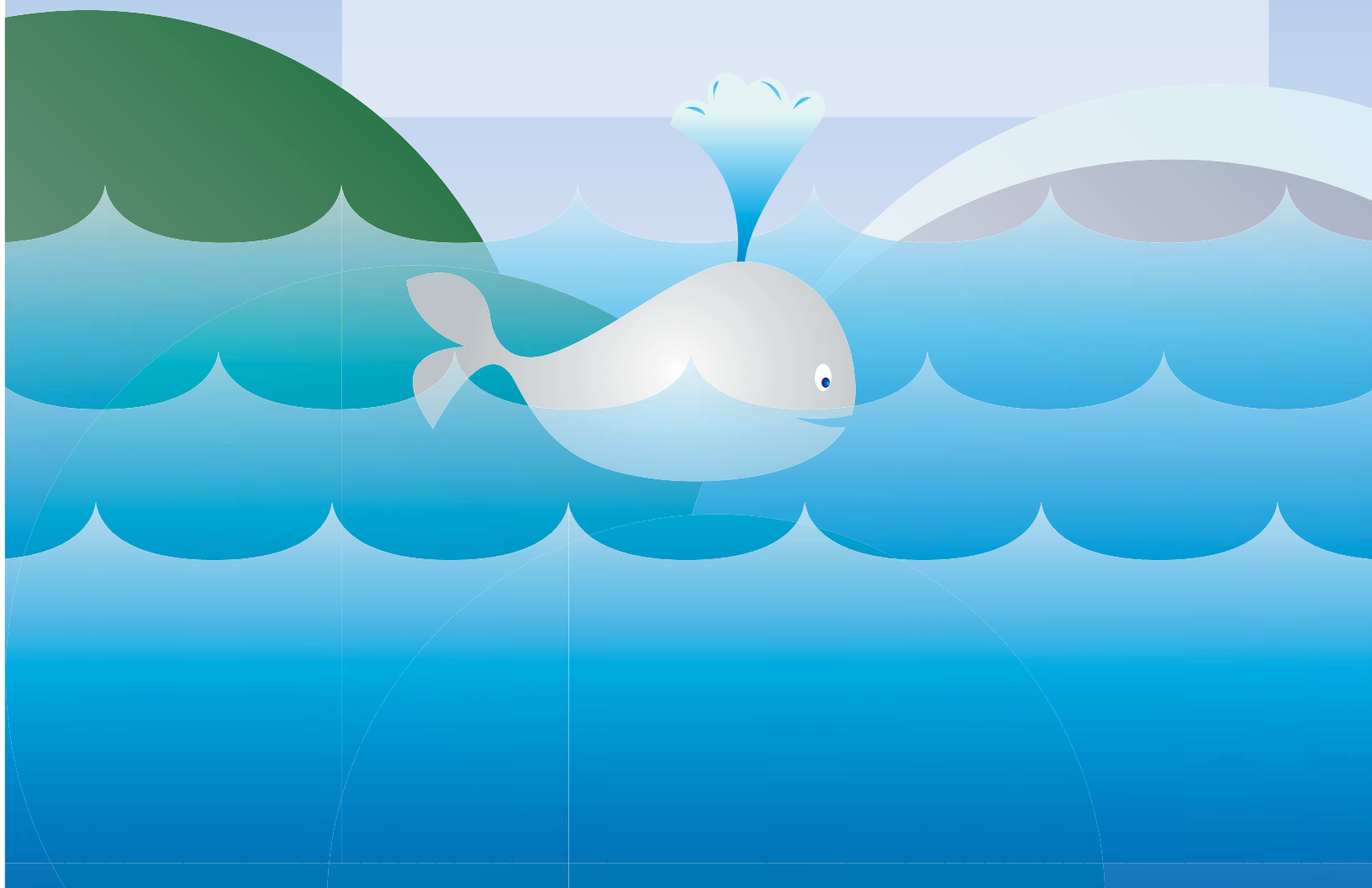
Tenk deg at du er i restauranten i Tyholtårnet: For 10.000 år siden ville det vært som å sitte i en båt og se innover mot strendene på Dragvoll og øverst på Sverresborg.

Fordi isen smeltet, begynte landet gradvis å stige igjen – og mer og mer av dagens landskap kom til syne.

Da byen ble grunnlagt for tusen år siden var det aller meste av landhevingen unnagjort, men fortsatt var Skansen, jernbanestasjonen, litt av Fjordgata og hele Brattøra dekket av saltvann.

Og forresten: Her vi står nå – midt på Torget i Trondheim – forsvant saltvannet for 1700-1800 år siden.

Byen fra havet fortsetter å heve seg – som en ettervirkning fra istida – men i dag bare med fire millimeter hvert år.



## 2. Nidelva endrer løp

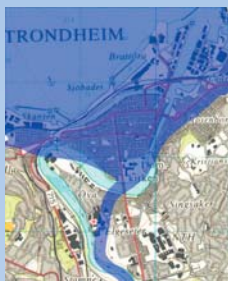
Tror du at Nidelva «alltid» har slynget seg rundt Øya ut mot Ila?  
Det stemmer nok ikke.



Nidelva og stranda for 8800 år siden.

Elva har nemlig formet den store svingen og lagt etter seg det lave terrenget på Øya i løpet av bare de siste 3000 årene. Det meste skjedde før byen ble grunnlagt av Olav Tryggvason i år 997.

Fordi havet sto høyere enn i dag (se plakat 1) gikk elva for 3000 år siden forbi dagens St. Olavs hospital rettlinjet ut ved strendene omtrent ved Elgeseter bru.



Nidelva og stranda for 3000 år siden.

Samtidig som landet steg, og strandlinjen flyttet seg nordover gjennom Midtbyen, grov elva seg lenger utover mot Ila. Det er slik elver arbeider. De graver seg ut i yttersvingene og legger igjen sand og grus på elvebankene i innersvingene. Slik blir de mer og mer svingete.

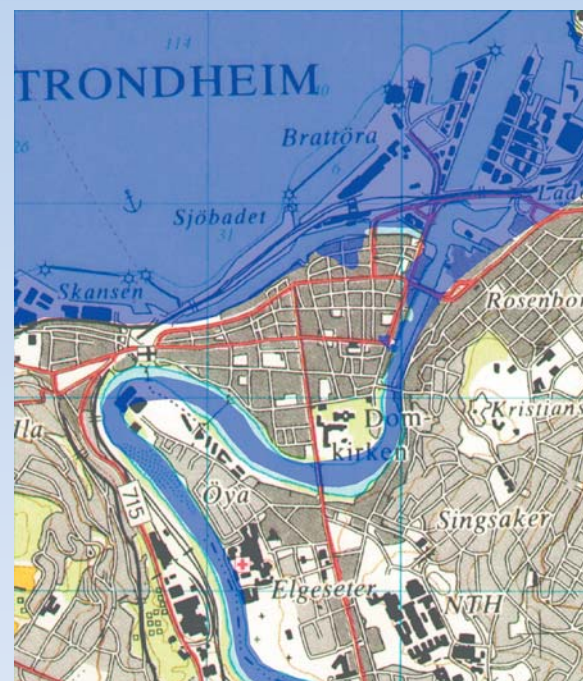


Nidelva og stranda for 2000 år siden.

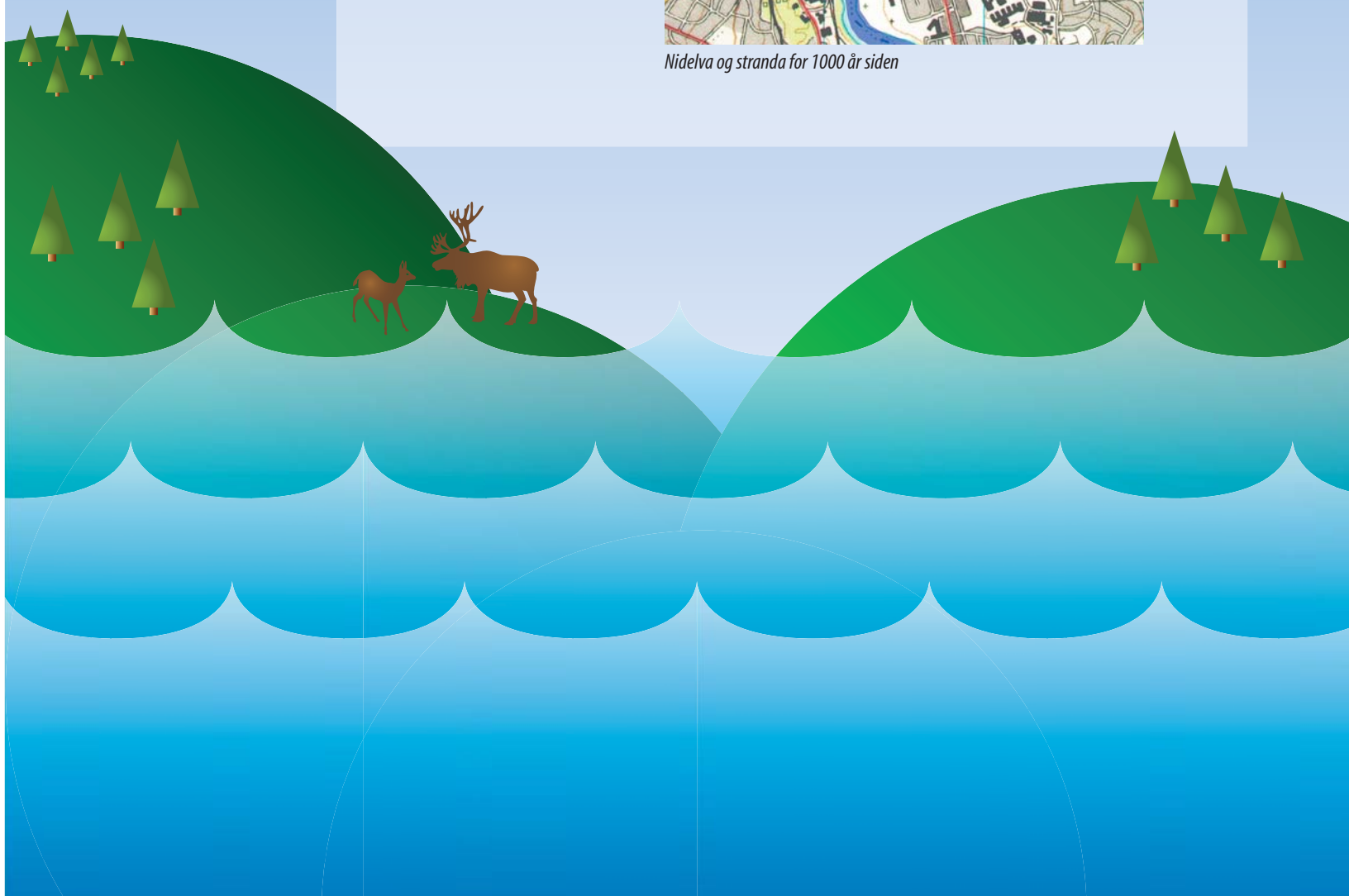
Nå til dags får elvene ofte ikke lov til å grave uhemmet og flytte på seg: Murer, peler og steinsetting hindrer dette. Ved Ila ble det satt i verk tiltak tidlig på 1700-tallet. Hadde naturen fått gå sin gang kunne Nidelva snart gravd seg ut til fjorden ved Skansen.



Nidelva og stranda for 1500 år siden.



Nidelva og stranda for 1000 år siden



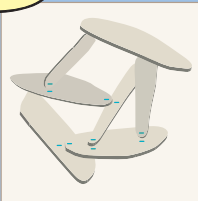


### 3. Farlig kvikkleire

Hva er kvikkleire?



**Leire i saltvann**  
Ser du; det ligner litt på et korthus. Saltet binder sammen leirkornene.



**Kvikkleire før ras**  
Oj, nå er saltet vasket ut fra korthuset. Korthuset er blitt ustabil, omtrent som et vanlig hus uten spiker.



**Kvikkleire under ras**  
Kollaps av kornstruktur og overskudd av vann gir en tyntflytende leirsuppe.



**Omrørt leire etter ras**  
Tettere og mer stabil kornstruktur.

Først: Istidsfjorden var full av breslam – ørsmå partikler som isen eller breen hadde slipt løs fra berggrunnen og fraktet med smeltevannet. Slammet sank ned på fjordbunnen og dannet tykke lag av blåleire. Det meste av leira i Trondheim stammer fra dette breslammet.

Salt i sjøvann binder faktisk sammen leirkornene slik at det i mikroskop ser ut som korthus – et hus som står støtt så lenge saltet holder veggene oppe, omtrent som spiker i et vanlig hus – også lenge etter at leira har blitt tørt land.

Kvikkleiren kan dannes i større eller mindre soner hvor det finnes slik marin leire – eller blåleire – helt opp til 175 meter over havet (for så høyt nådde saltvannet – se plakat 1).

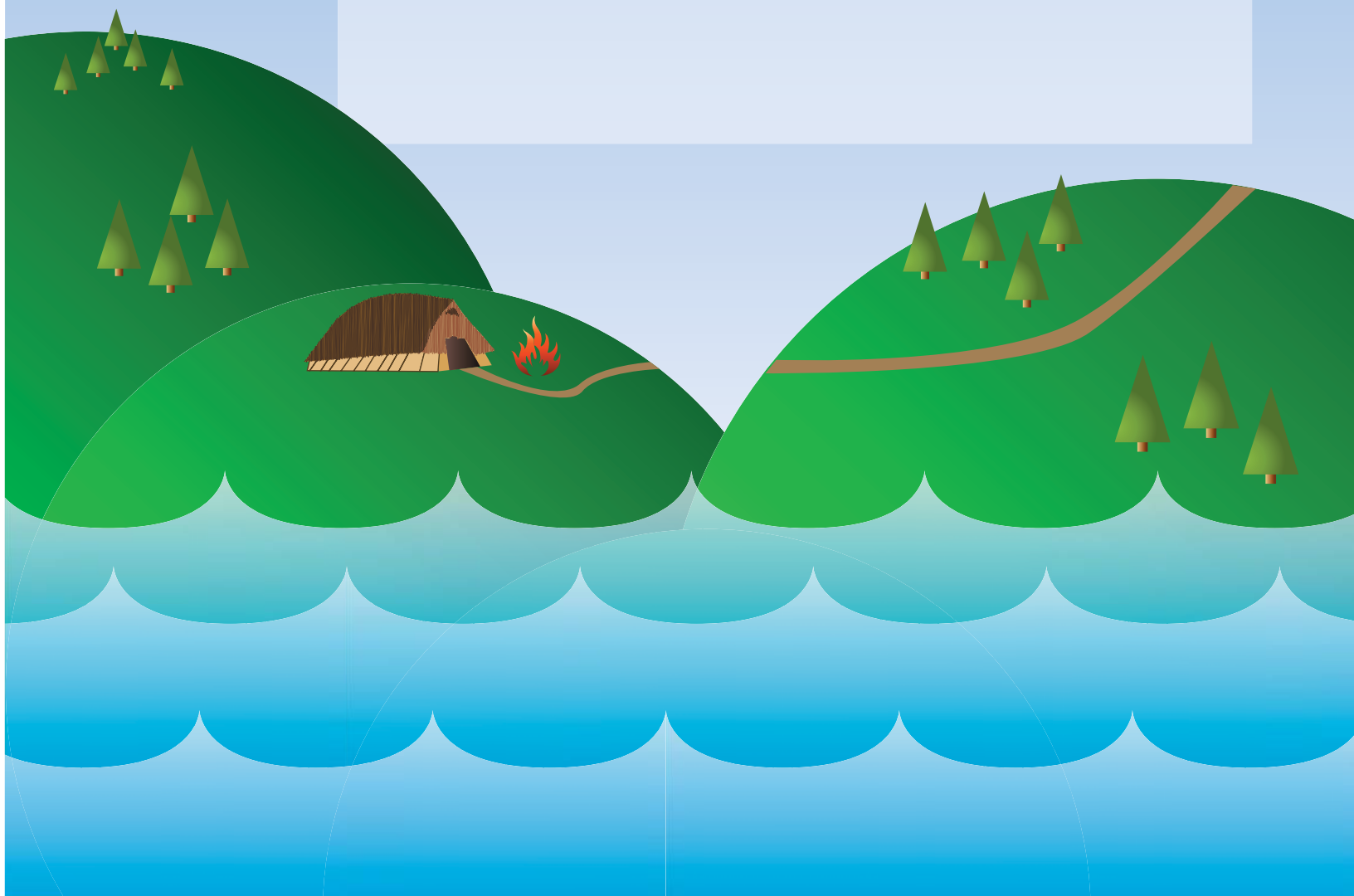


*Kvikkleire som har blitt flytende snor seg rundt en bjørk som en tykk grøt.*

får en tyntflytende leirsuppe som kan bre seg veldig hurtig - et farlig søl som kan rasere store områder.

Men vi kan få trøbbel dersom saltet vaskes ut fra korthuset. Når ferskt grunnvann og regnvann trenger inn i korthuset i hundrevis av år, blir saltvannet byttet ut med ferskvann. Da sier vi at leira er blitt til kvikkleire. Dersom korthuset klapper sammen fordi saltkreftene har forsvunnet, snakker vi om et kvikkleireskred. Vi

Men kvikkleire er ikke farlig når vi først vet at den er der. Da kan vi nemlig gjøre noe med det, forhindre at skred går der vi bygger eller varsle om hvor det er lurt å ikke bygge (se plakat 5).



## 4. Årsaker til kvikkleireskred

Hvorfor kan det gå store kvikkleireskred?



Hva er det egentlig som gjør at korthuset med leire kan klappe sammen og på bare noen sekunder blir til en tyntflytende farlig velling med et plutselig overskudd av vann?

Det vi allerede vet er at saltet som holder leiren sammen, må være vasket vekk. Dessuten, det er i skråninger det kan skje.



Her er det bygget hus i ei skredgrop etter kvikkleireskred i Fossegrenda.

Så:

1: Kvikkleiren er blitt så svak at den ikke lenger kan bære sin egen vekt. Den klap- per sammen der terrenget er bratt nok og belastningen blir for tung.

2: Mye nedbør på kort tid kan øke vanntrykket i porene i leiren. Resultatet kan bli at alt raser ut.

3: Gravemaskiner, lastebiler, elver og bekker kan flytte på jord eller grus, lage brat- tere og dermed farligere skråninger, eller legge masser på steder som gir over- belastning på leira. Resultatet kan bli et skred.

4: Dynamitt eller jordskjelv kan gi så kraftige vibrasjoner på det skjøre korthuset at det til slutt faller. Og det betyr? Akkurat ja - et skred.

PS: Nettstedet [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no) viser kart over hvor det finnes kvikkleire. Innholdet her brukes blant annet av kommunene før de gir tillatelse til nybygg eller sprengingsarbeid.



Her ser vi flere store skred- groper etter kvikkleireskred, blant annet i Sjetnemarka.

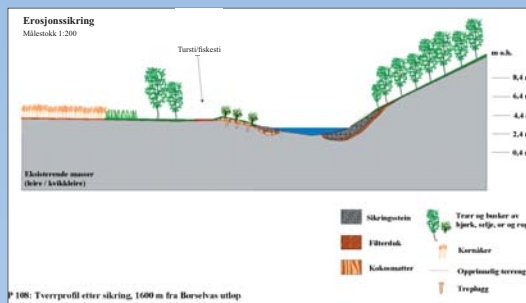




## 5. Sikring

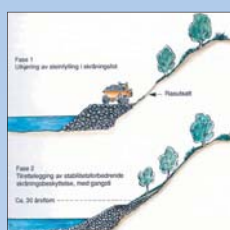


I dag går det an å sikre seg!



Kvikkleire er ikke så farlig når vi først vet at den er der. Det aller viktigste er derfor å skaffe seg rede på hvor kvikkleiren ligger (les om *skrednett.no* på plakat 4). Da kan vi nemlig gjøre tiltak for å unngå skred.

Det kan for eksempel skje ved å bygge murer eller steinsatte skråninger for å stoppe erosjon langs elver og bekker.



Dessuten er det viktig å unngå gravearbeid i foten av bratte skråninger. Vi kan redusere vekten på toppen av skråningene, eller fylle på med masse i bunnen for å støtte opp.



En boremaskin blander sement og kalk inn i kvikkleira. Det gjør den stabil igjen.

I tillegg finnes det andre metoder for å sikre at kvikkleiren ikke raser. En av dem er hjulvispmetoden: Nederst på en stang er det montert en slags hjulvisp, cirka en halv meter i diameter. Når vispen kjøres ned i leirgrunnen, blir kvikkleira i hullet flytende. Mens vispen trekkes opp igjen, sprøytes det inn en blanding av sement og kalk. Når blandingen stivner, står det igjen en hard sylinder som en støttepilar i leiren. Slike sylindere kan settes så tett at de danner en sammenhengende vegg som stabiliserer leira. Det har vegbyggere gjort på den nye veggen mellom Øysand og Orkanger.

Tilsetning av vanlig koksalt til kvikkleire gjør også leiren mer stabil. Dette er imidlertid veldig krevende arbeid fordi det tar lang tid å få saltet fordelt innover i de tette lerimassene.

Med tiden finner vi mennesker stadig bedre tekniske metoder for å håndtere kvikkleire. Vi lærer oss å leve sammen med istidens farer i vårt naturlige miljø.



## KVIKKLEIRESKRED I TRONDHEIM

I Trondheim har det gått mange kvikkleireskred, de største i Olderdalen på Ranheim, ved Lerkendal, Nardo, Othilienborg, Utleira, Romolslia, Fossegrenda, Leira, Bjørkmyr og Sjetnemarka.

- En gang for nesten 2000 år siden gikk det ras som la igjen et leirlag oppå elvegrusen ved Erkebispesgården.
- Fra omtrent samme tid stammer trolig et lag av rasleire ved St.Olavs hospital. Dette var synlig under byggearbeider for noen få år tilbake.
- Fra Lillegårdbakken nedenfor festningen er det lett å se skredgropa fra skredet i Duedalen i 1625. Her omkom hele 20 mennesker.
- Like ved Duedalen gikk det et skred i 1634 hvor minst tre mennesker mistet livet.
- I 1722 skjedde det et leirskred ved Arildsløkka i Ila.
- Tillerskredet tok med seg Tiller kirke, flere bruer og minst 15 mennesker i 1816.
- I 1888 gikk det et undersjøisk skred utenfor jernbanestasjonen. Den påfølgende flodbølgen tok med seg tre jernbanespor og en banevokter.
- Et skred i Lade allé i 1944 krevde fire menneskeliv.



*Foto 2.-8.-44*  
Slik så det ut etter et kvikkleireskred i Lade allé for 62 år siden.

(Kilde: Norges geologiske undersøkelse (NGU): Gråsteinen nr. 5)