

# **GEOLOGI FOR SAMFUNNET**

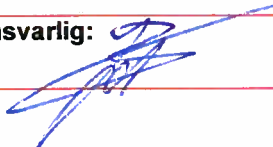
SIDEN 1858



**NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE**  
· NGU ·



# RAPPORT

<b>Rapport nr.:</b> 2015.068	<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 Malvik videregående skole i Malvik kommune, 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> Malvik	
<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> 141	<b>Pris:</b> 150 kr
		<b>Kartbilag:</b>	
<b>Feltarbeid utført:</b> 2015	<b>Rapportdato:</b> Januar 2016	<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 Malvik videregående skole i Malvik kommune, Sør-Trøndelag. Oppgavene er tilrettelagt for Malvikområdet, men de kan tilrettelegges for andre områder i Norge.</p> <p>NGU har etablert et samarbeid med Malvik 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. Observere og dokumentere funn ute ved hjelp av kart og beskrivelser for senere å sette funnene i sammenheng og forstå de aktuelle prosessene. 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 .....	4
1.2	Til læreren ved Malvik vgs. ....	4
2.	Klassifisering av bergarter .....	7
2.1	Magmatiske bergarter .....	7
2.2	Sedimentære bergarter .....	10
2.3	Metamorfe bergarter .....	12
2.4	Bergartssyklusen.....	12
3.	Relativ alder - løsningsforslag .....	14
3.2	Relativ alder - elevoppgaver .....	22
4.	Bergarter - “, Lag på lag, prikkete og stripete” - løsningsforslag .....	29
4.2	Bergarter - “lag på lag, prikkete og stripete” - elevoppgaver .....	37
5.	Sedimentære prosesser i strandsonen - løsningsforslag .....	46
5.2	Sedimentære prosesser i strandsonen - elevoppgaver .....	56
6.	Former og strukturer – omvandling (metamorfose) - løsningsforslag .....	65
6.2	Former og strukturer – omvandling (metamorfose) - elevoppgaver .....	73
7.	Hydrogeologi - klasseromsoppgave – løsningsforslag .....	79
7.1	Hydrogeologi - klasseromsoppgave - elevoppgaver .....	82
8.	Hydrologi - Vikhammerelva - løsningsforslag .....	84
8.2	Hydrologi - Vikhammerelva - elevoppgaver .....	96
9.	Spor etter istiden - landformer og prosesser - løsningsforslag.....	108
9.2	Spor etter istiden - landformer og prosesser - elevoppgaver .....	117
10.	Løsmasser og marin grense i Malvik - løsningsforslag .....	124
10.2	Løsmasser og marin grense i Malvik - elevoppgaver .....	131
11.	Nyttige lenker .....	139
12.	Kilder .....	140



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



“Det nære er betydelig mer interessant enn det fjerne... Mottoet må være at hver skole fordypes 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. Som tittelen på boka sier åpner denne variasjonen av læringsarenaer til mange andre erfaringer enn de man får ved tradisjonell undervisning inne i klasserommet. Da geofaget ble innført som et nytt skolefag gjennom læreplanen Kunnskapsløftet 2006, ble det fokusert på at geofaget er et praktisk og anvendt realfag der elevene får kjennskap til et fagfelt som de til daglig hører om i media, og som har innflytelse på samfunnet. I alle geofag er feltarbeid en vesentlig del av fagets metode og kunnskap og derfor fikk begrepet *geotop* en sentral rolle i læreplanen. Utdanningsdirektoratet definerer 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 heftet til anbefalt lesing for alle geofaglærere (link til dokumentet ligger vedlagt under kilder). Spesielt interessant er Olav Prestvik sin artikkel: *Mange fordeler med å bruke nærområdet i undervisningen - et eksempel fra undervisningen i geografi ved Bjertnes vgs*. Han 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 under.

Slik Bryhni (1999) uttrykte innledningsvis er det nære betydelig mer interessant enn det fjerne. Gjennom feltarbeidet får elevene en førstehånds erfaring med fenomenene og dette vil sannsynligvis gi elevene en større forståelse av prosesser og egenskaper. Dette danner grunnlag for en dypere 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 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 har sin 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 praktiske og mindre lærerstyrte. Det er lagt 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 innsamlet informasjon ved å bruke geofaglige begreper. Videre betyr det å forholde seg kritisk til geofaglig informasjon og 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 trekke ut, tolke og reflektere over tekster fra aviser, tidsskrifter, bøker og Internett og forstå ulike kart. Videre vil det si å forstå resonneringer og scenarioer 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 scenarioer, 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 Malvik 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 geohammer, murhammer kan brukes)
- Spade (hagespade er ok)
- Prøveposer (kan bruke brødposer, men bør ha felt til å skrive navn ol)
- Tusj (vannfast til skriving på prøveposer)
- "Kartmappe" (hard mappe til å skrive/tegne kart på)
- Feltdagbok
- Blyant - fungerer i regn!
- Lupe (biolupe er ok)
- Fargeblyanter
- Tynn, vannfast tusjpenn til linjer på kart + symbol (svart)
- Linjal
- Kompass med inklinometer (gradskive, vanlig merke er Silva)
- Stoppeklokke (til oppgaver med vannføring / hydrologi)
- Kamera

### Valgfritt:

- GPS
- Meterbånd til å måle skråning ol

## 1.2 Til læreren ved Malvik vgs.

Malvik vgs. er omkranset av flere spennende geologiske fenomener. I Saksvikbukta finnes store foldestrukturer som vil fascinere om man har "geobrillene" på. Saksvikbukta er en god geotop der mye av feltarbeidet til forskjellige temaoppgaver foregår. Tidlig i skoleåret kan man studere sedimentære prosesser i strandsonen, gjerne i forbindelse med en "bli-kjent-dag". Gamle kvikkleireskred innbyr også til oppgaver som det er naturlig å ta med, da området har gode eksempler på dette. De fine bergblotningene i Saksvikbukta har også mye interessant å by på i forhold til studering av bergarter m.m.

Landskapet i Malvik bærer et tydelig preg av elvas forløp, med store sand-og grusavsetninger og skredgroper. Disse vil studeres nærmere i forskjellige kartoppgaver som kan gjøres i klasserommet.

Feltoppgavene som er laget for Malvik vgs. er inndelt etter temaer 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 å ta standpunkt til om man eventuelt vil kombinere noen av oppgavene, dersom dette egner seg i forhold til gjennomgått pensumstoff og den tiden man har til rådighet.

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

Hver oppgave følger inndelingen;

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

**Hensikt:** Her beskrives målet for oppgaven og hensikten med feltarbeidet beskrives nærmere.

**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. I

**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 raskest mulig få en oversikt over temaer som dekkes i oppgaven, har vi laget en "temaliste" der de mest sentrale begrepene som omhandles står opplistet.

**Utstyrsliste:** Til hver feltoppgave er det vedlagt en utstyrsliste som inkluderer nødvendig utstyr til de ulike feltoppgavene.

**Forarbeid:** Forarbeidet er sterkt anbefalt å gjennomføre før feltarbeidet, for at læringsutbyttet i felt skal bli 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 gjøres i feltarbeidet er tilknyttet geofag i nærmiljøet rundt skolen, og de er tilpasset de ulike geotopene. Det er lagt opp til elevaktive arbeidsmåter 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 fra feltarbeidet. De 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 gjøre 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 Olav Prestvik (Kimen 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 en isbre.

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 før feltarbeidet, slik at de får større tilhørighet til feltarbeidet ute. Under feltoppgaven “*Løsmasser og marin grense - landformer og prosesser*” kan man eksempelvis starte med å la elevene finne ut av hvilke spor man kan forvente å finne i et landskap som har vært dekt av en isbre. Man kan velge å la elevene gå ut for å lete etter sporene, uten at man gir hint om ting som kan undersøkes i feltet. Dette gir oppgaven større grad av utforskning, og vil trolig lede mot et godt 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 løse oppgavene. Dette kan motivere elevene til å bruke tid på å skrive gode feltnotater og i tillegg bearbeide resultatene i etterarbeidet. Feltboka kan være et nyttig hjelpemiddel før en eventuell muntlig eksamen.

Kartene til oppgavene ligger under “elevoppgaver”.

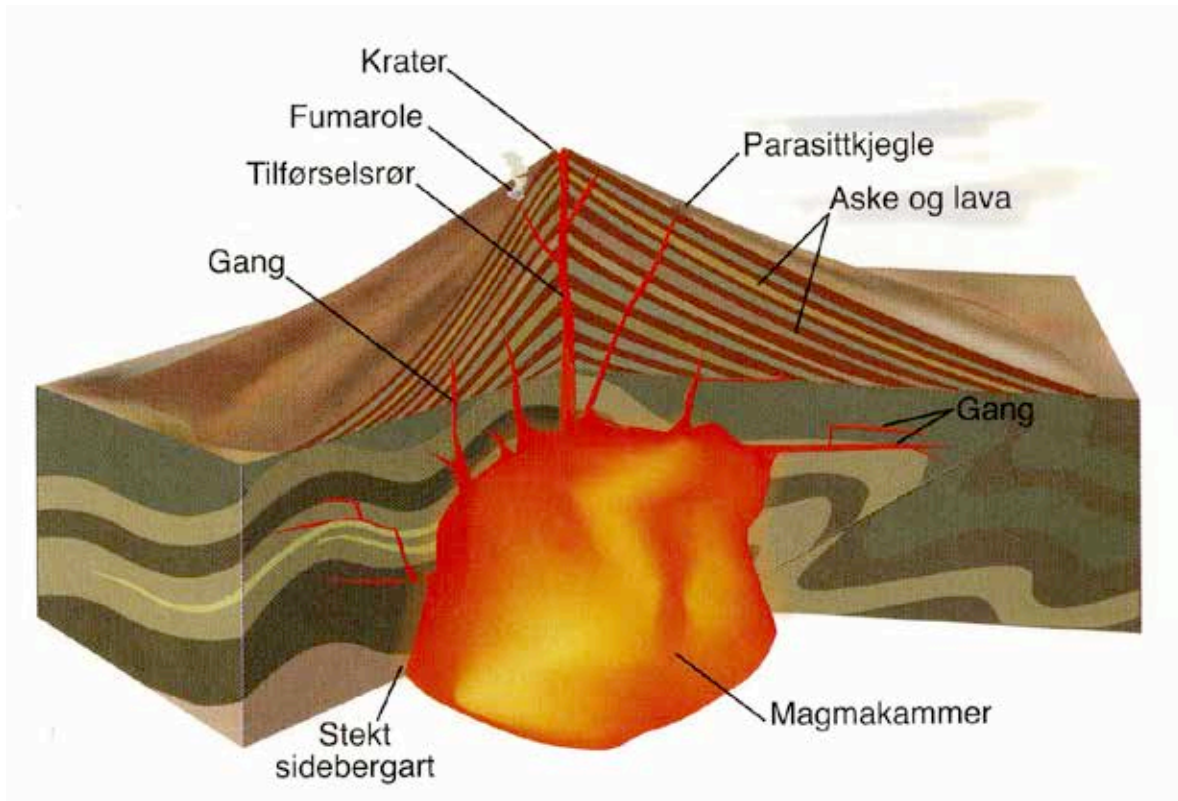
## 2. Klassifisering av bergarter

Dette er en utvidet beskrivelse av kapittel 2 i Geofag 1, *terra mater side 33-55*. For en mer utfyllende beskrivelse av dannelse av bergarter anbefales blant annet Haakon Fossens "*Geologi - Stein, mineraler, fossiler og olje*" (2008), side 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 for magmatiske bergarter. Magmaen stiger oppover i jordskorpen fordi den er lettere enn den kjøligere berggrunnen i skorpen som ligger over. Magmaen trenger dermed inn i andre bergarter og kan bryte seg frem i dagen som lava eller vulkansk aske. Når smeltmasse trenger inn i en annen bergart kalles det intrusive bergarter, mens når den går helt opp til overflaten kalles det ekstrusive bergarter. Vi kan dermed dele mellom intrusive og ekstrusive (eruptive) bergarter.

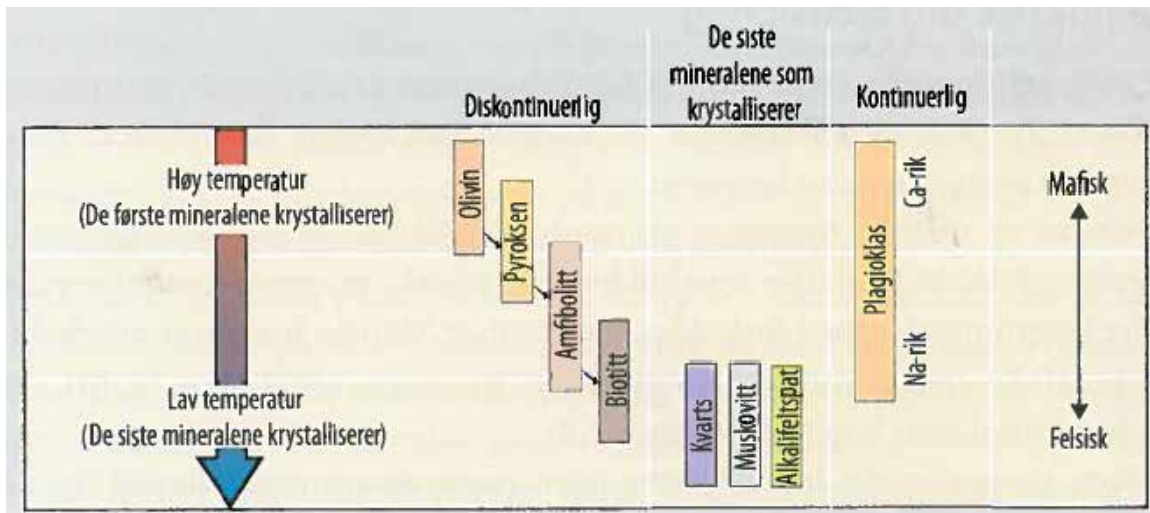
Magmaen som ikke når opp til overflaten størkner nede i jordskorpa og blir til intrusive bergarter, også kalt dypbergarter. Disse blir grovkrystalline fordi mineralene har størknet sakte, og mineralene lager krystaller som er lett å se; et eksempel er granitt som vanligvis har rosa-rød farge. Magma som størkner i spekker og spalter kalles for gangbergarter og disse blir mer finkornige fordi de har størknet raskere i gangen. Den mest kjente gangbergarten i Norge er Rombeporfyr med store lyse feltspatkrystaller i en finkornig mørk masse. Magma som har størknet på eller like under jordoverflaten kalles for vulkanske bergarter eller dagbergarter. Disse krystalliserer hurtig med 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 1. Illustrasjon av et magmakammer med overliggende vulkan. Fra Fossen (2008, side 39). Tilsvarende er figur 2.12 side 39 i *terra mater* (Karlsen, 2007).

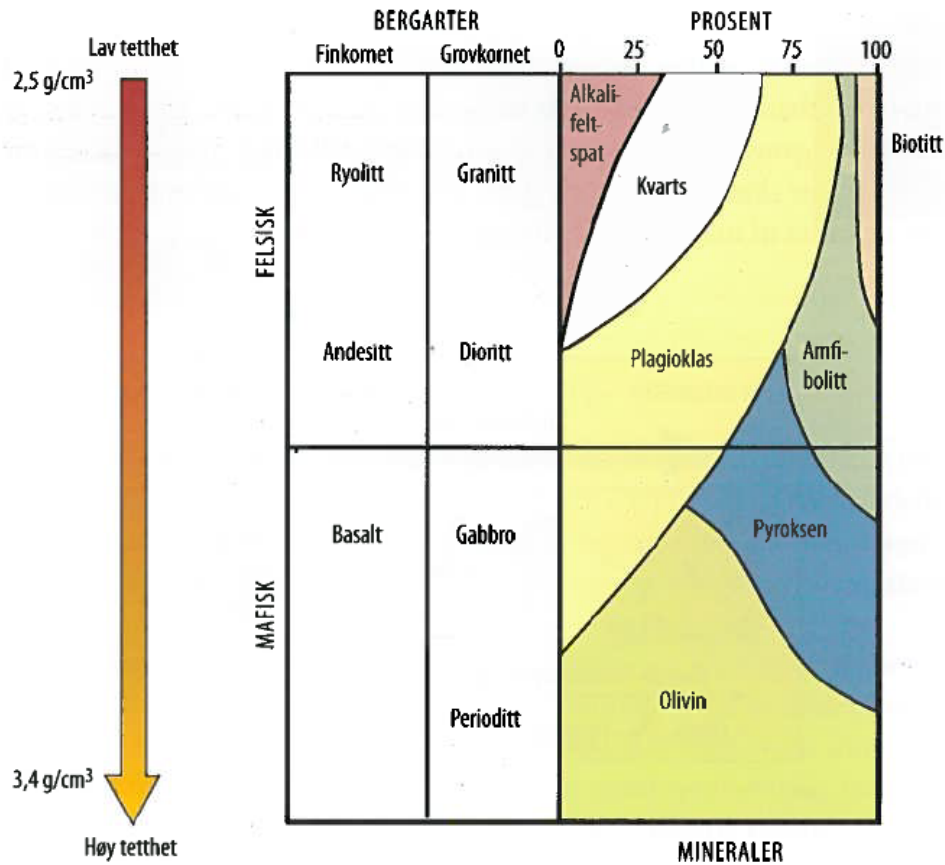
Gabbro er en mørk, tung og grovkornig dypbergart som består av hvit plagioklas, svart pyroksen, amfibolitt og olivin. Diabas og basalt har samme sammensetning som gabbro, men er henholdsvis en gangbergart og dagbergart og derfor finkornige. Gabbro, diabas og basalt avsettes i havbunnskorpen og basalt 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 som 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 / intrusive bergarter.



Figur 2 Bowens reaksjonsserie viser hvilken rekkefølge mineraler krystalliserer i en steinsmelte (Karlsen, O., 2007 *Terra Mater* side 38. H. Aschehoug & Co). Denne figuren forklarer fraksjonert krystallisering etter synkende temperatur i et magmakammer.

I tillegg til fraksjonert krystallisering kan andre prosesser i smeltemassene gi et mangfold av bergarter. Magmaer kan blande seg, splittes og endre 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*spat + *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 *magnesium* + *ferric* (jern) + *isk* som har mørk farge og inneholder mineraler som olivin, pyroksen, og amfibol og har grønn til brun/svart farge. Mafiske bergarter er basiske fordi de inneholder lite  $\text{SiO}_2$ . 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 3 Mineralinnholdet i ulike magmatiske bergarter (Karlsen, O.(2007) *Terra Mater* side 37. H. Aschehoug & Co).

## 2.2 Sedimentære bergarter

Sedimenter er løsmasser som har blitt avsatt av 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

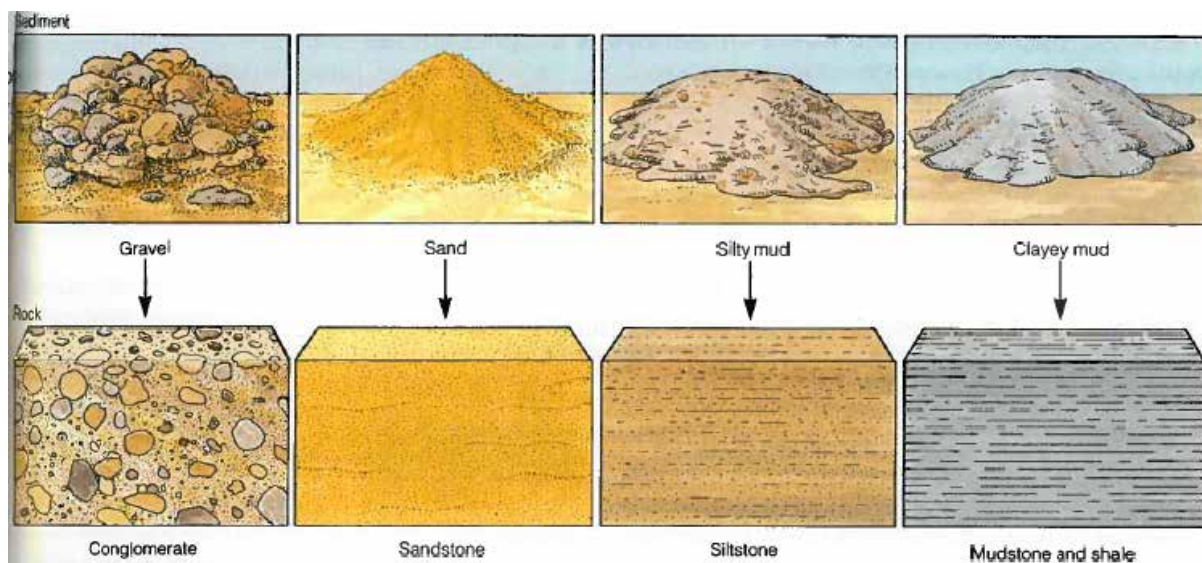
Figur 4. Klassifisering av sedimenter etter kornstørrelse (Karlsen, O.(2007) *Terra Mater* side 44. H. Aschehoug & Co). Partikler fra størrelse sand og større kan sees uten hjelpemiddel. Silt kan "kjennes" mellom fingrene og for å teste om det er leire eller silt kan materialet tygges; silt knaser i tennene, mens leire knaser ikke.

Det kan være vanskelig å skille mellom leire, silt og sand siden de er 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, vindavsatte (eoliske), isavsatte (glasiale) og elveavsatte (fluviale) sedimenter.

Dersom disse ulike sedimenttypene gjennomgår *diagenese*, gjøres sedimenter om 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 ofte en lagdelt struktur.

*Diagenese*: herding til fast bergart. Dette er prosesser som fører til at avleiringer blir til faste bergarter. Prosessene omfatter sammenpressing, sementering med kvarts, jernoksider og kalkspat, rekryllisering og kjemiske forandringer. Prosessene skjer under forhold der trykket er under 1 kbar, og temperaturen under 100 °C til 300°C. Diagenese omfatter ikke prosesser som metamorfose eller forvitring (Sigmund m. fl., 2013).



Figur 5 Prinsippskisse av klastiske sedimenter og dannelse av sedimentære bergarter . (Skinner, B. Porter, S. (1995) *The Dynamic Earth*, Wiley & Sons 3rd edition, s.115).

### 2.3 Metamorfe bergarter

En metamorf bergart er en magmatisk eller sedimentær bergart som har gjennomgått omdannelse. Metamorfe bergarter er dannet ved omvandling av andre bergarter, på grunn av endringer i trykk og temperatur. Metamorfofen kan være mekanisk ved at mineralkorn i en bergart endres på grunn av trykkpåvirkning, omkrystallisering uten endring av den kjemiske sammenhengen, som når kalkstein går over til marmor. Eller ved endringer i den kjemiske sammensetningen, enten ved at stoffer fjernes eller tilføres.

*Metamorfofen* av bergarten kan foregå ved regionalmetamorfose der bergarter utsettes for økende trykk og temperatur ved at de blir skjøvet eller foldet dypt nede i jordskorpen, som under fjellkjededannelse. 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.

*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

Prosesen med å danne bergarter er en evig sirkel (Figur 6). Et eksempel på den evige syklusen er i en subduksjonssone hvor for eksempel en havbunnskorppe ("tung") går ned og under en kontinentalskorpe ("lett").

Dannelse av bergarter er i en evig syklus. Magmatiske bergarter eroderes og danner en sedimentær bergart, som senere blir omdannet til en metamorf bergart. Ved en subduksjonssone, der en plate går ned og under en annen plate, skjer/får man 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, side 74).





### 3. Relativ alder - løsningsforslag



Figur 7: Relativ alder - Hva kom først og sist?

#### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med begrepet relativ alder og studere eksempler på dette i Saksvikbukta. Ved hjelp av noen stratigrafiske prinsipper skal de avgjøre den relative alderen til noen geologiske fenomener. Det er i tillegg gitt en interaktiv kartoppgave hvor elevene kan studere digitale kart for å se spor etter vulkansk aktivitet rundt om i verden.

#### Kompetansemål:

- *Målet for opplæringen er at elevene skal kunne...*
- Gjøre rede for den geologiske tidsskalaen og metoder som brukes til å fastsette relativ og absolutt alder (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 denne oppgaven:**

Kap.1: Jorda (s.17). Læreboken for Geofag 1 ( Karlsen 2007).

Kap. 2: Geologi (s. 39). Læreboken for Geofag 1 ( Karlsen 2007).

**Temaer:**

Relativ alder

Stratigrafiske prinsipper

Kvarts

Spor etter vulkansk aktivitet

**Utstyrsliste:**

Feltbok

Noe å skrive og tegne med (blyant).

**3.1.1 Forarbeid**

Opgave 1 - Film om bl.a. geologisk historie og relativ alder.

Naturfagssenteret har laget en fin undervisningsfilm om de ulike hovedtypene bergarter. For å skille de tre hovedtypene brukes forenklingen " lag på lag, prikkete og stripete". Videre studeres den geologiske historien til et område ved å se på hvilke bergarter som finnes der, og ved å bruke prinsippet om relativ alder.

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

Opgave 2 - 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:

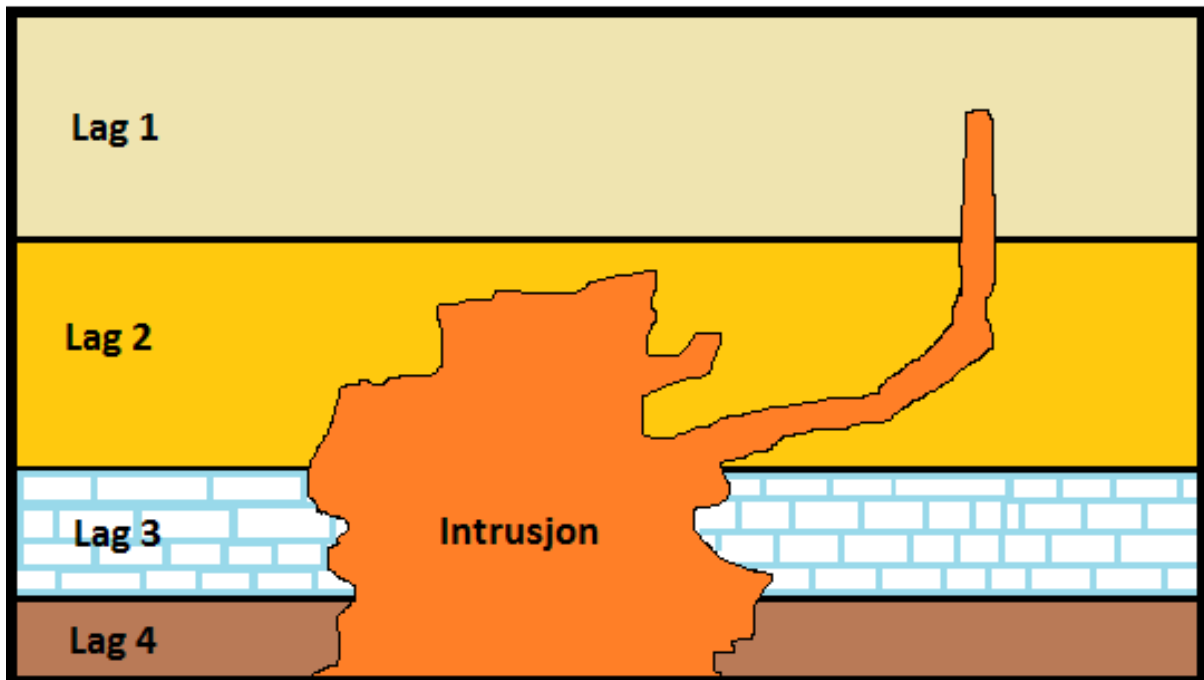
Det øverste laget er alltid yngst (Overleiring)

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

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 (Figur 8) og vurder hvilke geologiske hendelser som kom først og sist. Navngi hendelsene/lagrekke med nummer der 1 er eldst, 2 er yngre osv (5 er yngste hendelse).



Figur 8: Relativ alder.

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

3.1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg Figur 9 for å komme frem til riktig plass.



Figur 9: Kart som viser lokaliteten i Saksvikbukta.

## Oppgave 1 - Relativ alder

a) I enkelte områder kan man finne kvartsårer som gjennomtrenger bergartene. Hvordan kan man kjenne igjen at dette er mineralet kvarts? Tips: Tenk på hardhet, farge, glans.

*Kvarts ( $\text{SiO}_2$ ) gjenkjennes gjerne som et hardt, grått eller hvitt mineral med glassglans. Det er det nest mest utbredte mineralet i jordskorpen (Sigmond, Brynhi og Jorde 2013). Kvartsgangene dannes ved at varmt, saltholdig vann (rikt på silisium og oksygen) sirkulerer i sprekker nede i jordskorpa og feller ut kvarts (NGU 2015).*



Figur 10: Hvite årer av kvarts. Årene gjennomtrenger omkringliggende bergarter. Dette forteller oss at disse årene er yngre enn bergartene rundt.

b) Finn en gjennomtrengende kvartsåre som på Figur 10. Bergarten som dominerer i området er sandstein. Tenk på hvilke geologiske hendelser som har ført til dannelsen av berggrunnen du nå står på, og i hvilken rekkefølge hendelsene har skjedd i forhold til hverandre.

Ranger hendelsene i tabellen nedenfor fra eldst til yngst, hvor 1 er eldst og 4 er yngst.

*Løsning:*

Hendelse	Dannelse av kvartsårer	Forsteining av sand	Avsetning av sand	Folding
Rekkefølge	3	2	1 - eldst	4 - yngst

### 3.1.3 Etterarbeid

Oppgave 1 - 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:

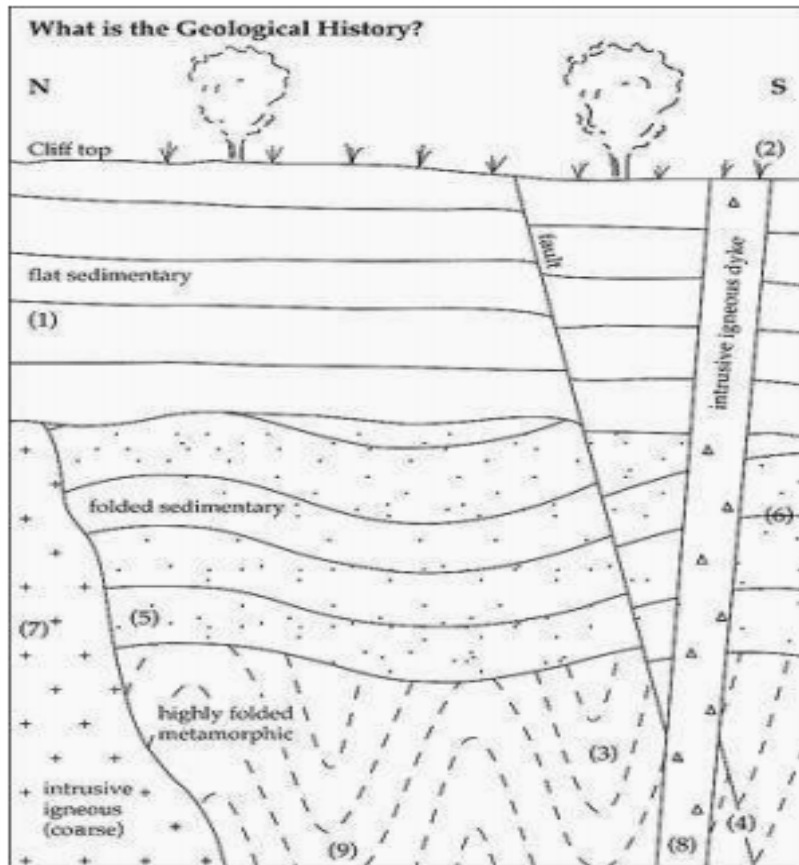
- Hawaii
- Island
- Shiprock (New Mexico - USA)
- Izalco (vulkan)

*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 ved Hawai, den nåværende aktive spredningssonen ved Island og tidligere permisk vulkanisme i Oslofeltet.*

### 3.1.4 Ekstraoppgave - Stratigrafiske prinsipper

Studer tegningen Figur 11. Du skal avgjøre i hvilken rekkefølge lagrekkene og de geologiske hendelsene skjedde. Bruk oppsummeringen av den geologiske historien til området (se siden etter tabellen) og de stratigrafiske prinsippene. Fyll ut tabellen. Begynn med de eldste hendelsene og "jobb deg oppover". Dette er en kjent fremgangsmåte i geologisk kartlegging.



Figur 11: Bildet og tabellen er hentet fra Geoaktiviteten " Hva forteller den geologiske historien? fra [www.earthlearningidea.com](http://www.earthlearningidea.com).

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

### 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>



## 3.2 Relativ alder - elevoppgaver



Figur 12: Relativ alder - Hva kom først og sist?

### Utstyrsliste:

Feltbok  
Noe å skrive og tegne med (blyant).

### 3.2.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - Film om bl.a. geologisk historie og relativ alder.

Naturfagssenteret har laget en fin undervisningsfilm om de ulike hovedtypene bergarter. For å skille de tre hovedtypene brukes forenklingen "lag på lag, prikkete og stripete". Videre studeres den geologiske historien til et område ved å se på hvilke bergarter som finnes der, og ved å bruke prinsippet om relativ alder.

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

## Oppgave 2 - Relativ alder og stratigrafiske prinsipper

a) Hva menes med begrepet relativ alder?

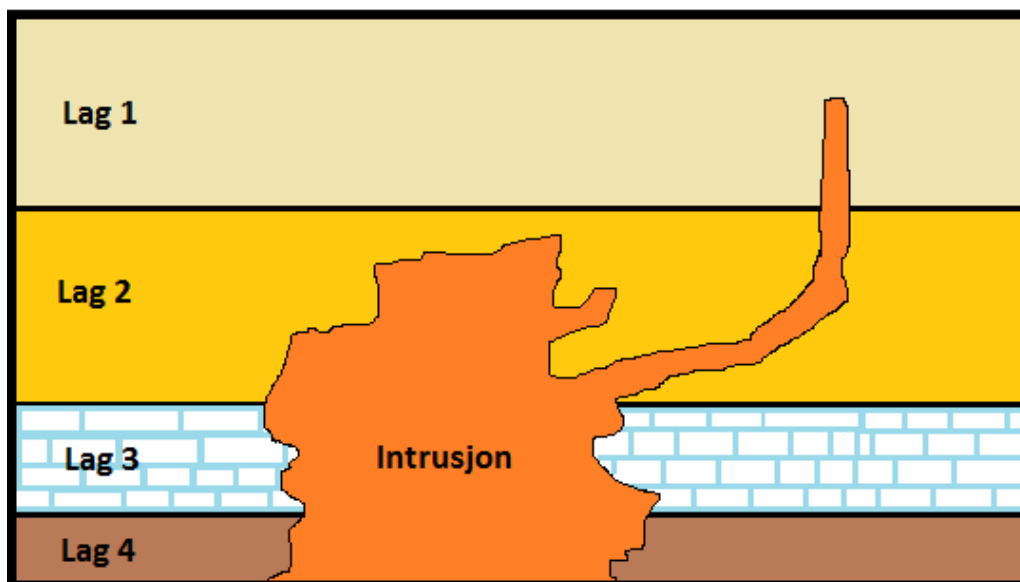
Her er noen grunnleggende stratigrafiske prinsipper som geologene bruker for å resonnerer seg fram til bergartenes relative alder:

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 på neste side, Figur 8 og vurder hvilke geologiske hendelser som kom først og sist. Navngi hendelsene/lagrekke med nummer der 1 er eldst, 2 er yngre osv (5 er yngste hendelse).



Figur 13: Relativ alder.

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

3.2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg Figur 9 for å komme frem til riktig plass.



Figur 14: Kart som viser lokaliteten i Saksvikbukta.

## Oppgave 1 - Relativ alder

a) I enkelte områder kan man finne kvartsårer som gjennomtrenger bergartene. Hvordan kan man kjenne igjen at dette er mineralet kvarts? Tips: Tenk på hardhet, farge og glans.



Figur 15: Hvite årer av kvarts. Årene gjennomtrenger omkringliggende bergarter.

b) Finn en gjennomtrengende kvartsåre som på Figur 10. Bergarten som dominerer i området er sandstein. Tenk på hvilke geologiske hendelser som har ført til dannelsen av berggrunnen du nå står på, og i hvilken rekkefølge hendelsene har skjedd i forhold til hverandre.

Ranger hendelsene i tabellen under fra eldst til yngst, hvor 1 er eldst og 4 er yngst.

Hendelse	Dannelse av kvartsårer	Forsteining av sand	Avsetning av sand	Folding (danner foldet mønster i bergarten)
Rekkefølge (sett inn tall)				

### 3.2.3 Etterarbeid

Oppgave 1 - Spor etter vulkansk aktivitet.

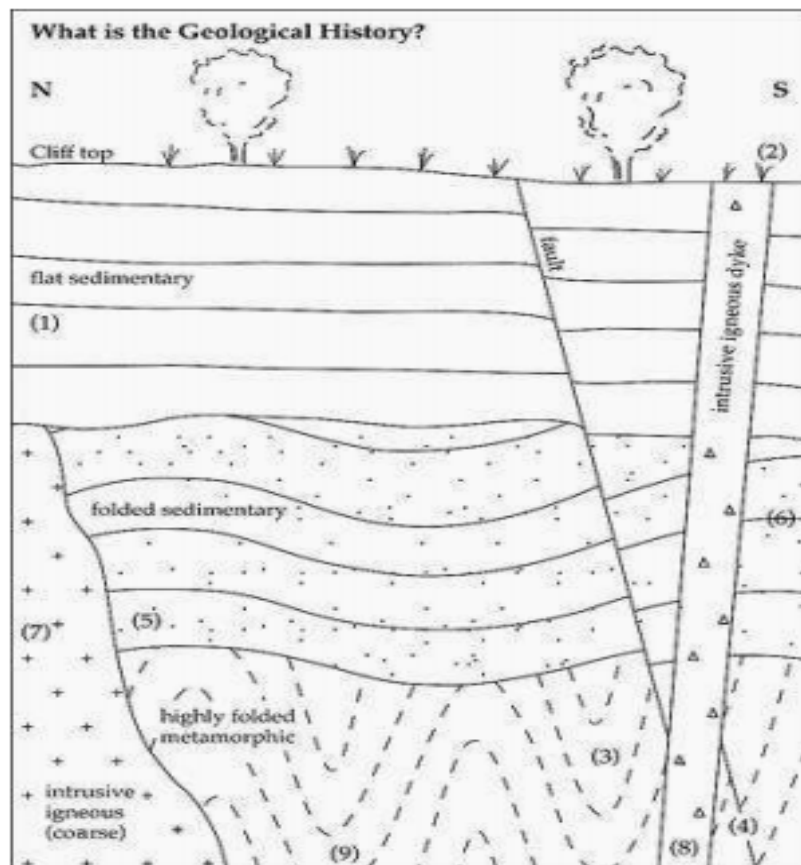
Bruk "Google Maps" eller "Google Earth" til å finne eksempler på vulkansk aktivitet andre steder i verden.

Tips til steder du kan undersøke:

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

### 3.2.4 Ekstraoppgave - Stratigrafiske prinsipper

Studer tegningen under (Figur 11). Du skal avgjøre i hvilken rekkefølge lagrekkene og de geologiske hendelsene skjedde. Bruk oppsummeringen av den geologiske historien til området (se siden etter tabellen) og de stratigrafiske prinsippene. Fyll ut tabellen. Begynn med de eldste hendelsene og "jobb deg oppover". Dette er en kjent fremgangsmåte i geologisk kartlegging.



Figur 16: Bildet og tabellen er hentet fra Geoaktiviteten "Hva forteller den geologiske historien?" fra [www.earthlearningidea.com](http://www.earthlearningidea.com).

<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 sprekkenes og størknet (gangbergart).

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

## 4. Bergarter - " , Lag på lag, prikkete og stripete" - løsningsforslag



Figur 17: Hvilken type bergart er dette?

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med geologien i Saksvikbukta. Målet er at de skal kunne skille mellom de tre hovedtypene av bergarter, ved hjelp av forenklingen " lag på lag, prikkete og stripete". Elevene skal bli kjent med prosessene som ligger bak dannelsen av de tre hovedtypene og knytte de opp mot det geologiske kretsløpet. Hovedpoenget er ikke at elevene skal kunne klassifisere alle bergartene i detalj, men at de skal se at bergartene kan se forskjellige ut innenfor hver hovedgruppe. Å kunne skille bergarter fra hverandre og peke på typiske kjennetegn, krever erfaring og trening.

### Kompetansemål:

- Målet for opplæringen er at elevene skal kunne...
- Gjøre greie for hvordan jorda er oppbygd, hovedtypene av bergarter og hvordan de blir dannet (Geografi, vg.1)
- Forklare dannelsen av magmatiske og metamorfe bergarter ved å bruke teorien om platetektonikk ( Geofag 1/Geofag X)
- Gjøre rede for dannelsen av sedimenterte og sedimentære bergarter ( 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 denne oppgaven:

Kap. 3: Berggrunnen. Læreboken for Geografi (Karlsen og Solerød 2006).

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



**Temaer:**

Magmatiske bergarter  
Sedimentære bergarter  
Metamorfe bergarter  
Det geologiske kretsløpet  
Berggrunnskart

**Utstysliste:**

Feltbok  
Noe å skrive med (blyant)  
Kamera

4.1.1 Forarbeid:

Oppgave 1 - "Lag på lag, prikkete og stripete"

a) 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: ca. 12 min)

For å skille de tre hovedtypene brukes forenklingen "lag på lag, prikkete og stripete". Typiske kjennetegn ved hver hovedtype bergart studeres og dette ses i sammenheng med hvordan bergarten er dannet.

b) Tegn tabellen under inn i feltboka, og fyll den ut. Denne trenger du til feltarbeidet.

Løsningsforslag:

Hovedtype bergart	Kjennetegn	Dannelsesmåte
Sedimentære bergarter	Lag på lag	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.
Magmatiske bergarter	Prikkete	Kalles også for en strøkningsbergart. Disse bergartene dannes når magma, eller steinsmelte, størkner eller krystalliserer.
Metamorfe bergarter	Stripete	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.

#### 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?

#### 4.1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg kartet (Figur 18) under for å komme frem til riktig plass.



Figur 18: Kart som viser lokaliteten i Saksvikbukta.

Hensikten med feltarbeidet er at du skal finne eksempler på bergarter som er " lag på lag, prikkete og stripete ". Ta deg en runde omkring i Saksvikbukta for å bli kjent med området.

Oppgave 1 - Bergarter som utgjør de store svabergene

a) Hvordan vil du beskrive farge og utseende til bergartene som utgjør de store svabergene nede på stranden, se Figur 19?

b) Hvilken hovedtype av bergartene vil du plassere disse under?

*Sedimentære bergarter (sandstein) som er svakt omdannet.*

c) Hva tror du er årsaken til at berggrunnen ser slik ut?

d) Ta et bilde av disse bergartene og husk målestokk på bildet (for eksempel en blyant) slik at du husker hva du gjorde i felt til senere.



Figur 19: Utseendet til bergartene som utgjør de store svabergene nede på stranden.

## Oppgave 2 - "Prikkete" bergarter

Nå skal du finne eksempler på prikkete bergarter. Du kan lete etter steiner som ligner på bildene under. Dokumenter med bilder, og husk målestokk på bildene.

4. Bergarter - "Stripete, prikkete og lag på lag" - løsningsforslag



Figur 20: En magmatisk bergart som kan beskrives som prikkete.



Figur 21: Hva tror du dette er, hvilke gruppe passer den inn i? Diskuter deg frem til et svar.

*Dette er en bergart som det er vanskelig å klassifisere og som kan passe inn i flere grupper. Den har store rosa (feltspat) prikker i en grå masse, men den har også striper. Her er det rom for flere forslag, et forslag er omvandlet konglomerat hvor de rosa prikkene er steiner (boller) i en matriks av leire/silt. Et annet forslag er øyegneis, med store rosa øyer (metamorf bergart).*

### Oppgave 3 - "Lag på lag"-bergarter

Nå skal du lete etter bergarter som har "lag på lag" i seg. Du kan lete etter steiner som ligner på bildet under (Figur 22). Dokumenter med bilder, og husk målestokk på bildene.



Figur 22: En sedimentær bergart som har et "lag på lag"-utseende. Denne kan forveksles med de stripete bergartene, men om man studerer bergarten nøye kan man se rester etter bl.a. sandkorn og andre sedimenter. Dette forteller oss at det er en sedimentær bergart.

### Oppgave 4 - "Stripete" bergarter

Nå skal du finne eksempler på stripete bergarter. Dokumenter med bilder, og husk målestokk på bildene.

### Oppgave 5 - Samle steinprøver

Hvis du har tid kan du samle steinprøver fra de tre hovedtypene. Ta dem med tilbake til skolen og bruk oppslagsverk for å navnsatte dem. Undersøk om du har funnet eksempler på disse bergartene:

- Øyegneis
- Granitt
- Kvartsitt
- Gabbro
- Grønnstein/grønnskifer

- Fyllitt

#### 4.1.3 Etterarbeid

##### Oppgave 1 - Rapport

Skriv en kort rapport fra feltarbeidet. Du må ha med bilder fra bergarter til hver hovedtype; "lag på lag, prikkete og stripete". Forklar hvilke kjennetegn som gjør at bergarten tilhører en bestemt hovedtype, og fortell hvordan denne bergarten har blitt dannet ved å bruke det geologiske kretsløpet.

##### Oppgave 2 - Berggrunnskart over Malvik

Sammenlign dine observasjoner av bergartstyper i Saksvikbukta med berggrunnskartet som geologene fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) har kartlagt, se **Feil! Fant ikke referanseilden..**

a) Hva slags bergarter finner du på kartet i Saksvikbukta? Finn ut hvilke hovedtyper disse bergartene tilhører.

*Fyllitt med enkelte lag av sandstein og siltstein (svakt metamorf bergart), Rhyolitt (ekstrusiv magmatisk bergart), Sandstein (sedimentær bergart).*

b) Hvordan stemmer denne kartleggingen med dine funn fra feltarbeidet?

## 4.2 Bergarter - "lag på lag, prikkete og stripete" - elevoppgaver



Figur 23: Hvilken type bergart er dette?

Utstyrsliste:

Feltbok

Noe å skrive med (blyant)

Kamera

### 4.2.1 Forarbeid:

Oppgave 1 - "Lag på lag, prikkete og stripete"

a) 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 "lag på lag, prikkete og stripete". Typiske kjennetegn ved hver hovedtype bergart studeres og dette ses i sammenheng med hvordan bergarten er dannet.



b) Tegn tabellen på neste side inn i feltboka, og fyll den ut. Denne trenger du til feltarbeidet.

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

### 4.2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg kartet (Figur 18) under for å komme frem til riktig plass.



Figur 24: Kart som viser lokaliteten i Saksvikbukta.

Hensikten med feltarbeidet er at du skal finne eksempler på bergarter som er "lag på lag, prikkete og stripete". Ta deg en runde omkring i Saksvikbukta for å bli kjent med området.

Oppgave 1 - Bergarter som utgjør de store svabergene

- Hvordan vil du beskrive farge og utseende til bergartene som utgjør de store svabergene nede på stranden, se Figur 19?
- Hvilken hovedtype av bergartene vil du plassere disse under?
- Hva tror du er årsaken til at berggrunnen ser slik ut?

d) Ta et bilde av disse bergartene og husk målestokk på bildet (for eksempel en blyant) slik at du husker hva du gjorde i felt til senere.



Figur 25: Utseendet til bergartene som utgjør de store svabergene nede på stranden.

### Oppgave 2 - "Prikkete" bergarter

Nå skal du finne eksempler på prikkete bergarter. Du kan lete etter steiner som ligner på bildene under. Dokumenter med bilder, og husk målestokk på bildene.



Figur 26: En magmatisk bergart som kan beskrives som prikkete



Figur 27: Hva tror du dette er, hvilke gruppe passer den inn i? Diskuter deg frem til et svar.

*Dette er en bergart som det kan være vanskelig å klassifisere og som kan passe inn i flere grupper. Den har store rosa (feltspat) prikker i en grå masse, men den har også striper. Her er det rom for flere forslag, et forslag er omvandlet konglomerat hvor de rosa prikkene er steiner (boller) i en matriks av leire/silt. Et annet forslag er øyegneis, med store rosa øyer (metamorf bergart).*

### Oppgave 3 - "Lag på lag"-bergarter

Nå skal du lete etter bergarter som har "lag på lag" i seg. Du kan lete etter steiner som ligner på bildet under (Figur 22). Dokumenter med bilder, og husk målestokk på bildene.



Figur 28: En sedimentær bergart som har et "lag på lag"-utseende. Denne kan forveksles med de stripete bergartene, men om man studerer bergarten nøye kan man se rester etter bl.a. sandkorn og andre sedimenter. Dette forteller oss at det er en sedimentær bergart.

### Oppgave 4 - "Stripete" bergarter

Nå skal du finne eksempler på stripete bergarter. Dokumenter med bilder, og husk målestokk på bildene.

### Oppgave 5 - Samle steinprøver

Hvis du har tid kan du samle steinprøver fra de tre hovedtypene. Ta de med tilbake til skolen og bruk oppslagsverk til å navnsatte dem. Undersøk om du har funnet eksempler på disse bergartene:

- Øyegneis
- Granitt
- Kvartsitt
- Gabbro
- Grønnstein/grønnskifer
- Fyllitt

#### 4.2.3 Etterarbeid

##### Oppgave 1 - Rapport

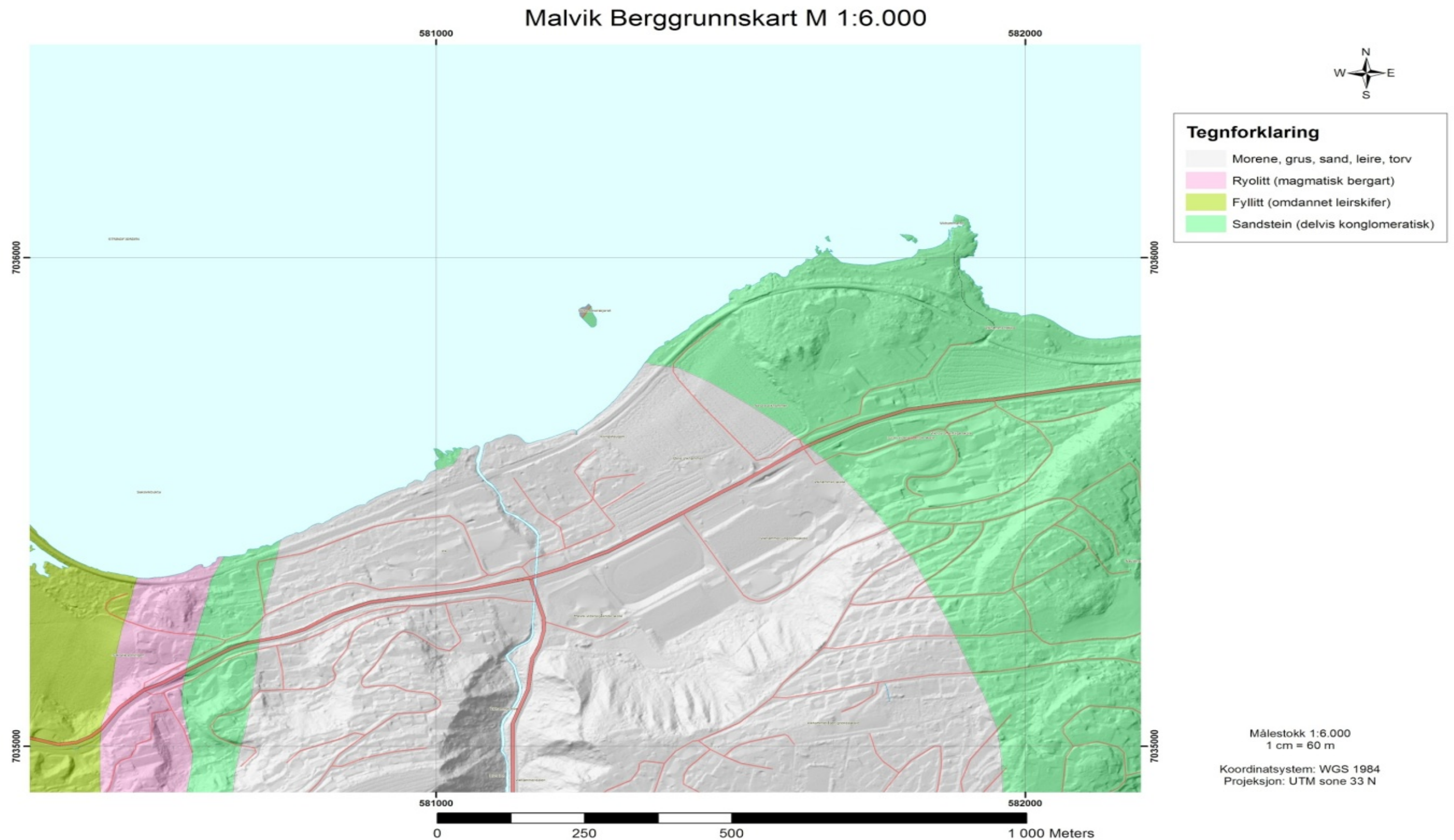
Skriv en kort rapport fra feltarbeidet. Du må ha med bilder fra bergarter til hver hovedtype; " lag på lag, prikkete og stripete ". Forklar hvilke kjennetegn som gjør at bergarten tilhører en bestemt hovedtype, og fortell hvordan denne bergarten har blitt dannet ved å bruke det geologiske kretsløpet.

##### Oppgave 2 - Berggrunnskart over Malvik

Sammenlign dine observasjoner av bergartstyper i Saksvikbukta med berggrunnskartet som geologene fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) har kartlagt, se kartet under.

a) Hva slags bergarter finner du på kartet i Saksvikbukta? Finn ut hvilke hovedtyper disse bergartene tilhører.

b) Hvordan stemmer denne kartleggingen med dine funn fra feltarbeidet?



Figur 29: Berggrunnskart over Saksvikbukta.





## 5. Sedimentære prosesser i strandsonen - løsningsforslag



Figur 30: Sedimentære prosesser i strandsonen. Hentet fra: <http://matadornetwork.com/trips/11-pristine-photos-whitehaven-beach-australia/>

Dette er en fin aktivitet som gjerne kan gjennomføres tidlig i skoleåret, siden pensum bygger på temaer elevene har vært innom før (i bl.a. geografi). Det er samtidig fint å kombinere med en "bli-kjent-dag"- både med hverandre og med geotopen.

**Hensikt:** Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal studere ulike sedimentære prosesser i strandsonen, i Saksrvikbukta. Elevene skal studere variasjoner mellom grov og fin sand på stranden og se dette i sammenheng med bølgeaktivitet og fordeling av kornstørrelser. I tillegg skal elevene lære å finne spor på flo og fjære og studere andre geologiske fenomener som bølgerifler og sandbanker.

### Kompetansemål:

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

- Forklare hvordan indre og ytre krefter former landskapet, og kjenne igjen typiske landformer i Norge (Geografi, vg.1) (Rettet mot sedimentære prosesser).
- Gjøre rede for dannelsen av sedimenter og sedimentære bergarter (Geofag 1/ Geofag X).
- Trekke ut og analysere informasjon fra forskjellige typer geofaglige kart, flybilder, radarplott og satellittbilder (Geofag 1).

### Pensumstoff som dekkes i denne oppgaven:

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

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

Kap. 5: Ekstremvær (Stormer langs polarfronten- vandrende lavtrykk). Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

### Temaer:

Strandavsetninger (sandbanker og strandvoller)

Bølgerifler

Flo og fjære

Sedimentasjon og erosjon på stranden

Grov og fin sand

Ulike typer strender

### Utstørliste:

Feltbok

Noe å skrive og skissere med (blyant/farger).

Noe for å grave i sand med (for eksempel spade).

Sandprøver (ta egne sandprøver)

### 5.1.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - Erosjon og avsetning i strandsonen

Studer flyfotoet over Saksvikbukta i Malvik, Figur 31. Du kan også finne kartet digitalt ved å gå inn på [www.gulesider.no](http://www.gulesider.no) og velge flyfoto over området. Fordelen med å gjøre dette er at du kan zoome inn og studere områdene i mer detalj.



Figur 31: Flyfoto over Saksvikbukta.

a) Se på bildene (Figur 32 og Figur 33) av de to strandtypene. Tror du det foregår mest sedimentasjon eller erosjon på en sandstrand? Hva slags prosess dominerer på en rullesteinstrand?

*Sedimentasjon ved sandstrand, erosjon ved rullesteinstrand.*



Figur 32: Sandstrand.



Figur 33: Rullesteinstrand.

b) Hvordan tror du stranda ser ut hvis det er mye bølgeaktivitet i området? Tenk på kornstørrelsen til materialet vi finner her og form/utseende.

*Bølgene vil erodere og vaske ut fintstoffet. Stranda vil være en rullesteinstrand der steinene er godt avrundet pga. bølgeaktivitet.*

c) Hvilke spor langs sjøen/ved stranda tror du vi kan lete etter i felt for å undersøke om det foregår erosjon eller sedimentasjon?

*Steder der vi ser mye sedimenter (finsand og sand) langs strandlinja indikerer at det her foregår sedimentasjon. "Vannet lar materialet ligge i fred". Områder der det foregår erosjon vil være mer "blankskurte" og med store steiner uten fintstoff rundt. Dette fintstoffet er vasket bort, og vi kan derfor lete etter det vi kaller en rullesteinstrand.*

d) Lag en grov skisse av strandsonen i feltboken din (bruk Figur 31 til hjelp). Marker områder der det ser ut som at sedimenter (sand) avsettes, og marker områder som du tror er utsatt for erosjon.

### Oppgave 2 - Avsetningsmønster og erosjon omkring odde

a) Studer odden øverst til høyre i bildet på Figur 34. Lag en skisse av odden og stranda i feltboken din. Marker områder hvor det ser ut til at det foregår avsetning av sedimenter, og områder der du tror det foregår erosjon.

b) Hvilke likheter og forskjeller ser du på stranda innenfor odden i forhold til resten av strandsonen i Saksvikbukta?

*Bak odden kan man se at det er avsatt mye sand, og dette har bygd seg opp til en sandbanke. Man ser likheter av dette innerst i bukta ved Saksvik (bukta til venstre på Figur 34). På yttersiden av odden foregår hovedsaklig erosjon. Her er det ikke avsatt materiale.*

c) Hvorfor tror du det avsettes akkurat der det gjør? Tenk på vinder og havstrømmer.  
*Hint:* Herskende vindretning i Trondheimsfjorden kommer fra nord-vest.



Figur 34: Studering av avsetningsmønster og erosjon rundt en liten odde i Malvik.

### 5.1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg kartet på Figur 35 for å komme fram til riktig plass.



Figur 35: Kart som viser veien fra Malvik vgs. til Saksvikbukta. Den røde ringen angir der feltarbeidet starter.

#### Oppgave 1 - Flo, fjære og ekstremvær

a) Hvilke spor kan du se i strandsonen etter flo og fjære?

*Det finnes tangbelter i ulike nivåer, og i tillegg kan man se små strandvoller (hauger av sand). Dette indikerer at havet har stått på forskjellig nivå, som følge av flo og fjære. Strandvoller er voller av grus og stein som bølgene har skylt opp på stranden. Vollene markerer største høyde som bølgeslaget kan nå opp til på vedkommende sted. Voller med det groveste materialet er gjerne kastet opp under storm. Ved heving av landnivå vil eldre strandvoller bli liggende langt inne på land (Bryhni, Jorde og Sigmund, 2013).*



Figur 36: Tangbelter i ulike nivåer.

b) Gå bort til utløpet av Vikhammerelva og studer bebyggelsen bak den lille odden. Det kan være ganske værhardt i Saksvikbukta i perioder. Hvordan har man beskyttet bebyggelsen mot dette?



Figur 37: Den røde ringen marker området som skal studeres i forhold til beskyttelse mot ekstremvær.

Man kan se at det er steinsatte områder langs land/nærmest kysten. Dette vil ta imot for kraftige bølger og hindre erosjon og utglidning.



## Oppgave 2 - Erosjon og avsetning

a) Gå langs strandsonen og undersøk hvor du finner rullesteinstrand og hvor du finner sandstrand. Marker dette inn på det blanke kartet (Figur 48).

b) Legger du merke til områder med større bølgeaktivitet enn andre?

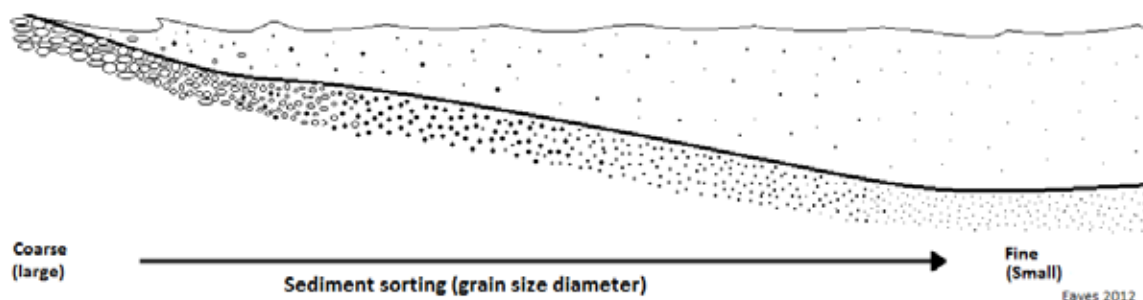
*I teorien skal det være større bølgeaktivitet der det er rullesteinstrand, enn der det er sandstrand. Ved sandstrender er det roligere miljø og mer finkornet materiale som sand som avsettes.*

## Oppgave 3 - Sortering av sedimenter på stranda

Velg ut et sted i strandsonen hvor du skal undersøke grovheten/størrelsen på strandmassene (sand, grus, stein) som finnes. Bruk gjerne en spade. Hvordan vil du beskrive endringen av kornstørrelsen fra strandsonen og ut mot fjorden? Du kan velge deg ut et lengdeprofil slik det vises på Figur 38. Sammenlign dine observasjoner med Figur 39. Hvordan stemmer det overens?



Figur 38: Lengdeprofil langs stranden for å studere varierende kornstørrelse.



Figur 39: Sortering av sedimenter langs strandsonen.

*Materialet blir finere jo lenger ut fra strandsonen man kommer. Dette skyldes at nærmest strandsonen brytes bølgene når de treffer land, og det er større hastighet og mer energi i vannet. Vann med høy energi og hastighet kan også ta med seg større kornstørrelser (større kapasitet) enn mer stillestående vann lenger ute.*

## 5.2 Sedimentære prosesser i strandsonen - elevoppgaver



Figur 40: Sedimentære prosesser i strandsonen. Hentet fra: <http://matadornetwork.com/trips/11-pristine-photos-whitehaven-beach-australia/>

### Utstyrsliste:

Feltbok.  
Noe å skrive og skissere med (blyant/farger).  
Noe for å grave i sand med (for eksempel spade).  
Sandprøver (ta egne sandprøver)

### 5.2.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - Erosjon og avsetning i strandsonen

Studer flyfotoet over Saksvikbukta i Malvik, Figur 31. Du kan også finne kartet digitalt ved å gå inn på [www.gulesider.no](http://www.gulesider.no) og velge flyfoto over området. Fordelen med å gjøre dette er at du kan zoome inn og studere områdene i mer detalj.



Figur 41: Flyfoto over Saksvikbukta.

a) Se på bildene (Figur 32 og Figur 33) av de to strandtypene. Tror du det foregår mest sedimentasjon eller erosjon på en sandstrand? Hva slags prosess dominerer på en rullesteinstrand?



Figur 42: Sandstrand.



Figur 43: Rullesteinstrand.

- b) Hvordan tror du stranda ser ut hvis det er mye bølgeaktivitet i området? Tenk på kornstørrelsen til materialet vi finner her og form/utseende.
- c) Hvilke spor langs sjøen/ved stranda tror du vi kan lete etter i felt for å undersøke om det foregår erosjon eller sedimentasjon?
- d) Lag en grov skisse av strandsonen i feltboken din (bruk Figur 31 til hjelp). Marker områder der det ser ut som at sedimenter (sand) avsettes, og marker områder som du tror er utsatt for erosjon.

#### Oppgave 2 - Avsetningsmønster og erosjon omkring odde

- a) Studer odden øverst til høyre i bildet på Figur 34. Lag en skisse av odden og stranda i feltboken din. Marker områder hvor det ser ut til at det foregår avsetning av sedimenter, og områder der du tror det foregår erosjon.
- b) Hvilke likheter og forskjeller ser du på stranda innenfor odden i forhold til resten av strandsonen i Saksvikbukta?
- c) Hvorfor tror du det avsettes akkurat der det gjør? Tenk på vinder og havstrømmer.

*Hint:* Herskende vindretning i Trondheimsfjorden kommer fra nord-vest.



Figur 44: Studering av avsetningsmønster og erosjon rundt en liten odde i Malvik.

### 5.2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg kartet på Figur 35 for å komme fram til riktig plass.



Figur 45: Kart som viser veien fra Malvik vgs. til Saksvikbukta. Den røde ringen angir der feltarbeidet starter.

Oppgave 1 - Flo, fjære og ekstremvær

a) Hvilke spor kan du se i strandsonen etter flo og fjære?



Figur 46: Finner du noen spor etter flo og fjære?

b) Gå bort til utløpet av Vikhammerelva og studer bebyggelsen bak den lille odden. Det kan være ganske værhardt i Saksvikbukta i perioder. Hvordan har man beskyttet bebyggelsen mot dette?

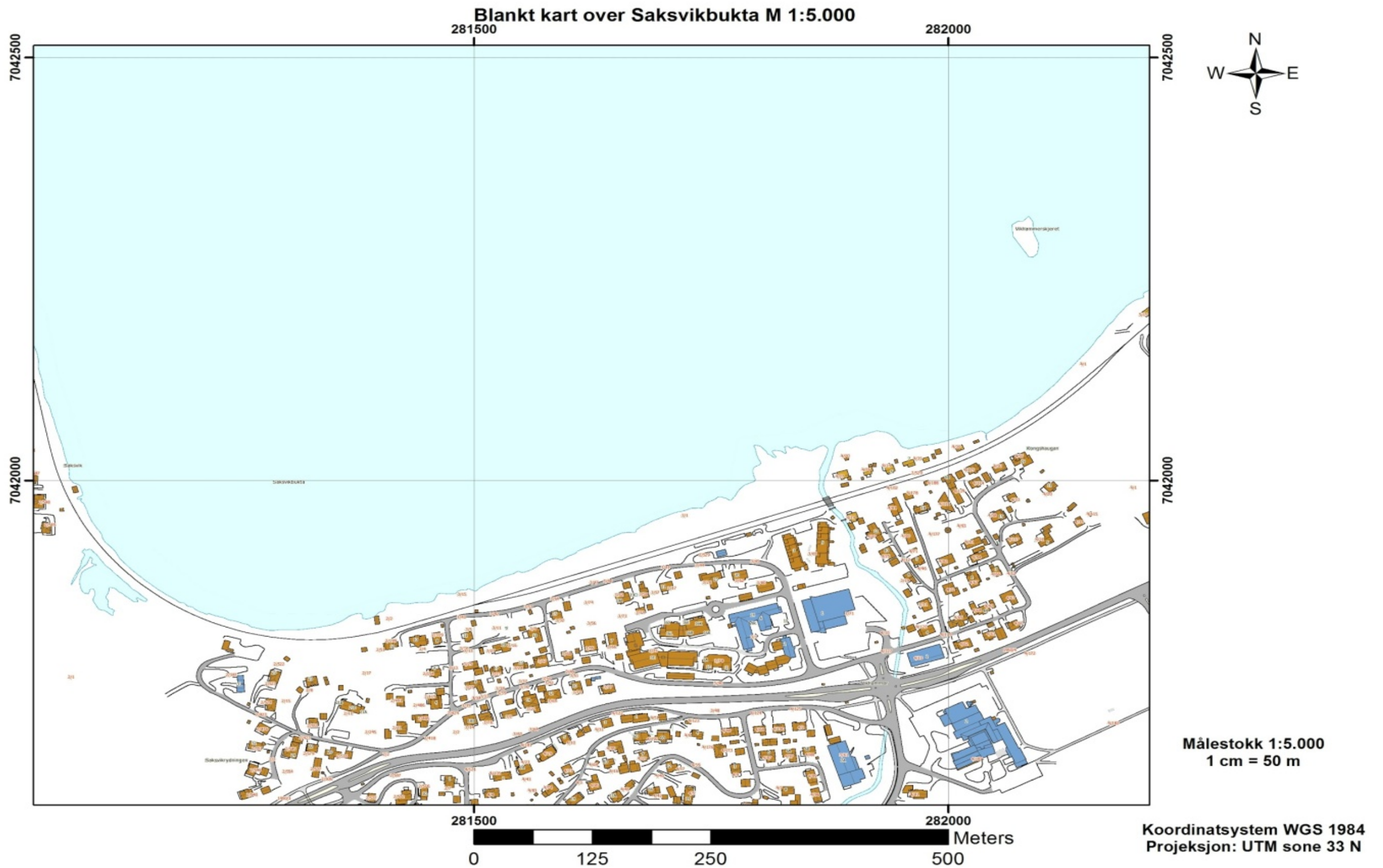


Figur 47: Den røde ringen marker området som skal studeres i forhold til beskyttelse mot ekstremvær.

## Oppgave 2 - Erosjon og avsetning

a) Gå langs strandsonen og undersøk hvor du finner rullesteinstrand og hvor du finner sandstrand. Marker dette inn på det blanke kartet på neste side.





Figur 48: Blankt kart over Saksvikbukta.



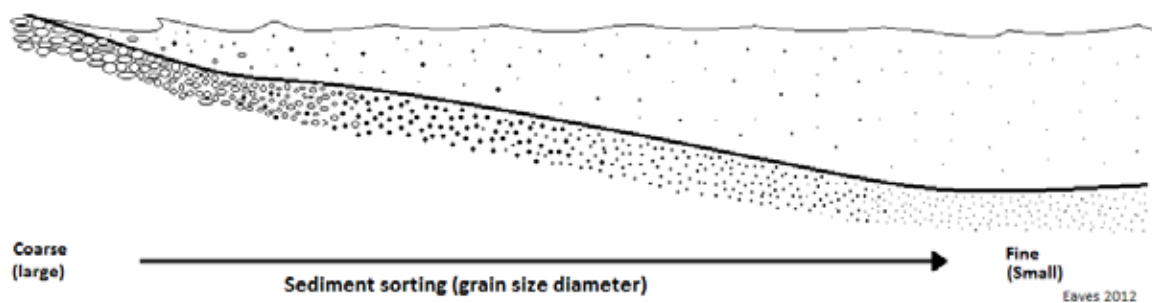
b) Legger du merke til områder med større bølgeaktivitet enn andre?

### Oppgave 3 - Sortering av sedimenter på stranda

Velg ut et sted i strandsonen hvor du skal undersøke grovheten/størrelsen på strandmassene (sand, grus, stein) som finnes. Bruk gjerne en spade. Hvordan vil du beskrive endringen av kornstørrelsen fra strandsonen og ut mot fjorden? Du kan velge deg ut et lengdeprofil slik det vises på Figur 38. Sammenlign dine observasjoner med Figur 39. Hvordan stemmer det overens?



Figur 49: Lengdeprofil langs stranden for å studere varierende kornstørrelse.



Figur 50: Sortering av sedimenter langs strandsonen.

## 6. Former og strukturer – omvandling (metamorfose) - løsningsforslag



Figur 51: Former og strukturer. Fra Stovvika i Stjørdal.

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med former og strukturer som finnes i bergarter som er blitt utsatt for omdannende prosesser (metamorfose). Elevene skal studere eksempler på dette i Saksvikbukta, og knytte dette opp mot den kaledonske fjellkjedefoldningen.

Kompetansemål:

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

- Forklare dannelsen av magmatiske og metamorfe bergarter ved å bruke teorien om platetektonikk ( Geofag 1/Geofag X)
- Gjøre greie for hvordan jorda er oppbygd, hovedtypene av bergarter og hvordan de blir dannet (Geografi)
- Forklare hvordan indre og ytre krefter former landskapet, og kjenne igjen typiske landformer i Norge (Geografi)

**Pensumstoff som dekkes i denne oppgaven:**

Kap.3: Berggrunnen (Den kaledonske fjellkjedefoldningen, s.46-48). Læreboken for Geografi (Karlsen og Solerød, 2006)

Kap.1: Jorda, s.17. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

Kap. 2: Geologi, s. 39. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

**Temaer:**

Metamorfose

Regionalmetamorfose

Kontaktmetamorfose

Folding

Den kaledonske fjellkjedefoldningen

**Utstyrsliste:**

Feltbok.

Noe å skrive og skissere med (blyant/farger).

Kamera.

### 6.1.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Metamorfose

a) Hva vil det si at en bergart er metamorf?

En metamorf bergart er en bergart som er blitt omvandlet (fått sin mineralsammensetning og struktur endret) som følge av endringer i trykk, temperatur og/eller deformasjon.

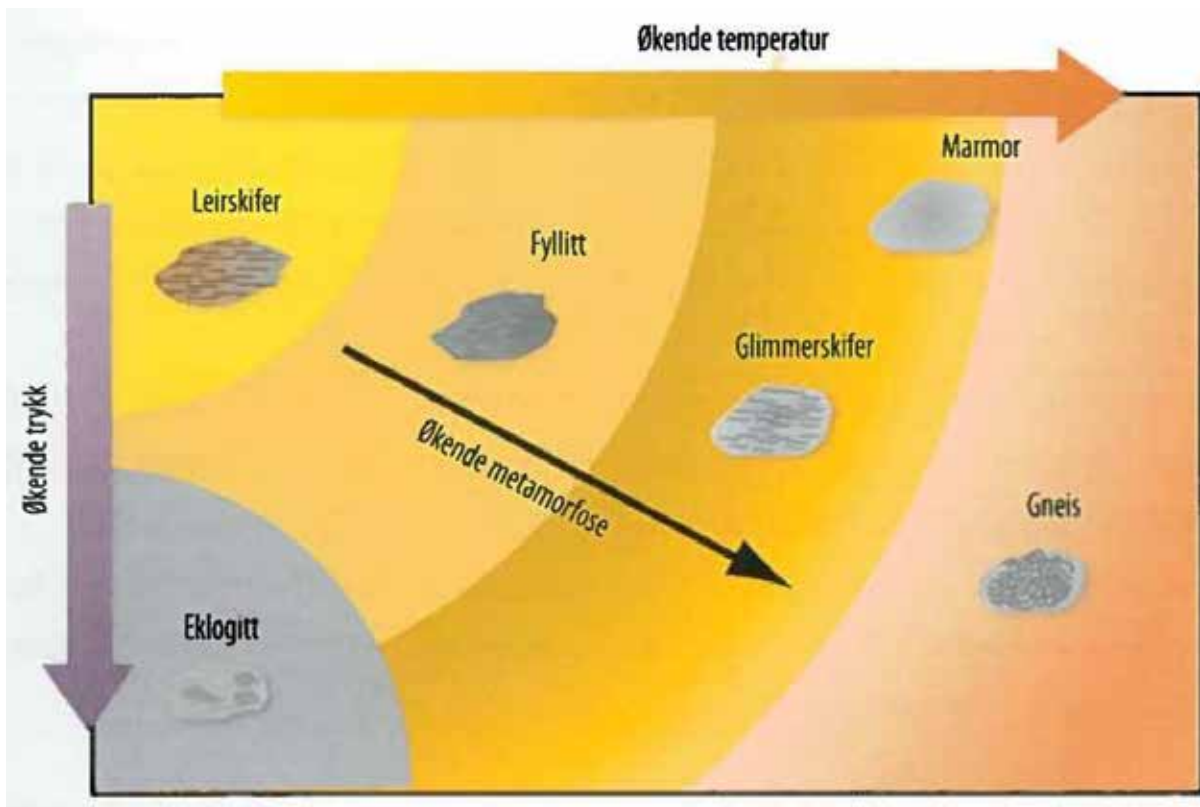
b) Hva er forskjellen på kontaktmetamorfose og regionalmetamorfose?

*Kontaktmetamorfose: Omdanning av bergarter som følge av nærhet til en varm smeltetmasse i jordskorpen.*

*Regionalmetamorfose: Omdanning av bergarter som blir påvirket i en større del av jordskorpen, f.eks. en fjellkjede.*

Oppgave 2 - Ulik grad av metamorfose

a) En leirskifer kan gjennomgå forandringer som resulterer i forskjellige bergarter, se Figur 52. Studer figuren, og forklar hvordan dette er mulig.

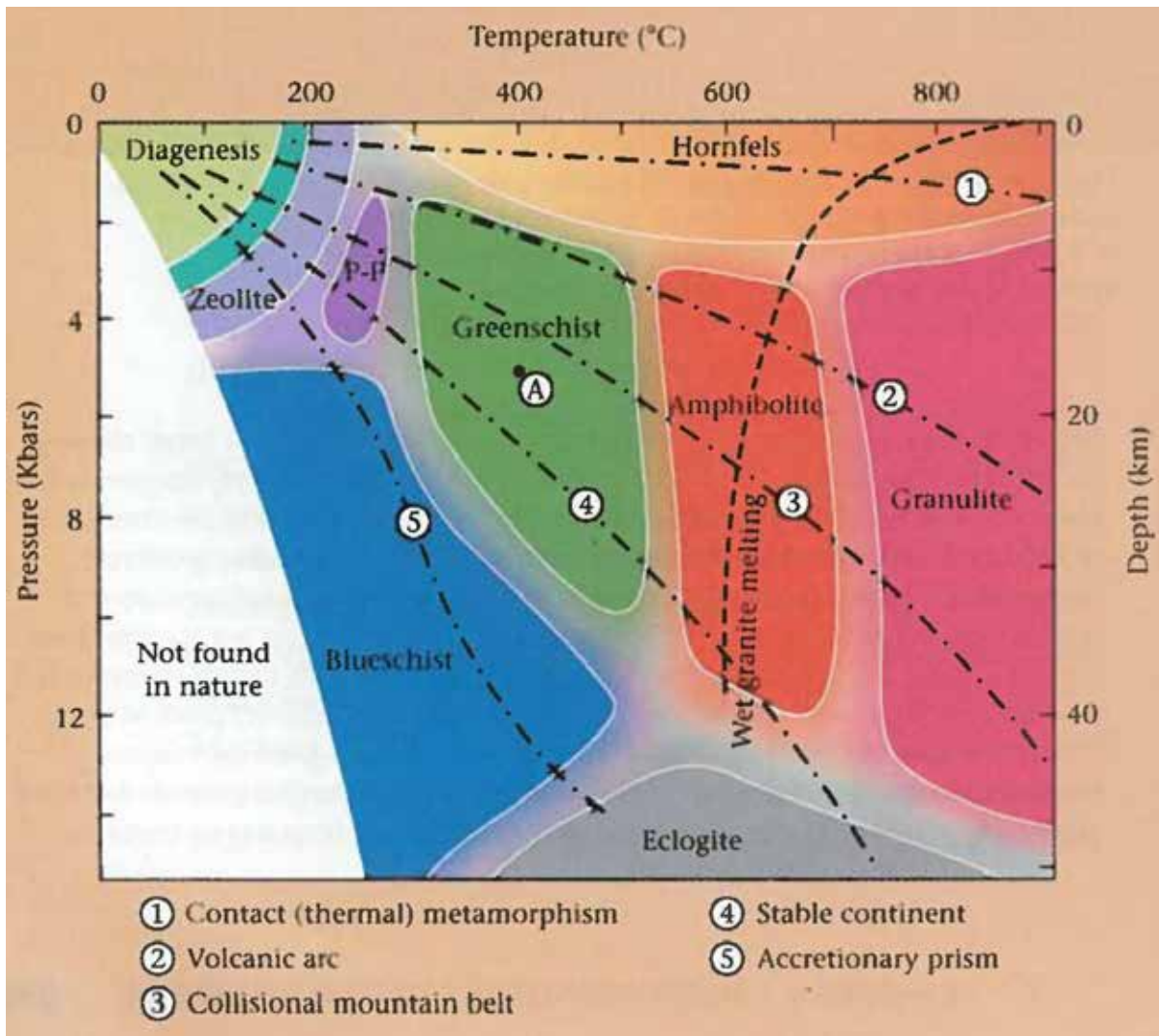


Figur 52: Ulik grad av metamorfose. Fra Karlsen (2007).

Omdanningen er en funksjon av trykk og temperatur, og forskjeller i disse parametrene gjør at omdanningen kan få forskjellig sluttresultat:

b) Bruk figuren og tegn på den det området du tror det foregår kontaktmetamorfose.

*Kontaktmetamorfose foregår i områdene med lavt trykk:*



Figur 53: Metamorfe facies. Fra Marshak (2008).

### Oppgave 3 - Folding

Søk etter bilder av "Geological folds" på internett eller studer bildet under (Figur 54).

a) Hvordan vil du forklare at bergarter kan få slike mønster?



Figur 54: Foldet bergart. Bildet er hentet fra [http://foreninger.uio.no/ngf/boka/kapittel\\_07/pages/image/imagepage4.html](http://foreninger.uio.no/ngf/boka/kapittel_07/pages/image/imagepage4.html)

Grunnen til at vi kan få et slikt mønster i materialer som ellers er "steinharde" skyldes kollisjon mellom kontinentalplater. Da blir bergartene utsatt for stort trykk og temperatur som gjør at de får en mer elastisk oppførsel og lettere gir etter for påkjenning (deformeres).

b) Tegn på piler på Figur 54 som viser hvilken vei bevegelsene har foregått.

*Løsningsforslag:*





### 6.1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg Figur 55 for å komme til riktig plass.



Figur 55: Kart som viser veien fra Malvik vgs. til Saksvikbukta.

a) Gjør deg kjent i området og studer svabergene som stikker opp fra sanden rundt omkring. Kan du beskrive hvordan disse ser ut? Tenk for eksempel på farge, form og struktur.

*Lagdelt struktur som bærer et markant preg av folding.*



Figur 56: Et tydelig mønster i bergartene på svabergene.

b) Lag en skisse av utseendet til en *bergblotning*. Tenk på spesielle mønster eller strukturer.

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

c) Hva slags hovedtype bergart vil du si dette er? Begrunn svaret ditt.

Bergblotningene viser tydelige "lag-på-lag-strukturer", altså er dette sedimentære bergarter. Man kan også argumentere for at bergartene er metamorfe (lavgrads).

Bergartsblotningene i området består i all hovedsak av sedimenter som har blitt til sedimentære bergarter. I området dominerer gråvakkessandstein og fyllitt. -

Gråvakkessandstein/Gråvake: Dette er en fellesbetegnelse på mørke sandsteiner. Det er en sandstein som er blandet med silt og leire, og dette gjør den til en "skitten" sandstein. Den har en "lag på lag"-struktur som skal være tydelig. Gråvake dannes ved rask nedbrytning og avsetning fra landområder i rask bevegelse, som f.eks. unge fjellkjeder og forkastninger. -

Fyllitt: Dette er en omdannet leir- og slamstein. Den består av finkornet kvarts, lys glimmer og kloritt. I Norge er fyllitt dannet vesentlig av senprekambrisk til ordovicisk leire som ble omdannet og deformert under den kaledonske fjellkjedefoldningen (Sigmond, Brynhi og Jorde 2013).

d) Hvorfor ser de slik ut? Hva kan ha skjedd her?

*Bergartene er sedimenter avsatt på gammel havbunn som er blitt skjøvet inn mot land og foldet som følge av den kaledonske fjellkjededannelsen for ca 425 millioner år siden.*

e) Like ved benkene oppe på gressplenen er det et parti som ser ut som på Figur 57. Hvordan vil du beskrive strukturen til dette partiet? Er dette en skifrig bergart? Hvordan tror du denne har blitt dannet? Hvorfor er ikke lagene horisontale?

*Strukturen til denne bergarten er skifrig. Foldingen som bergartene er blitt påvirket av gjør at de ikke ligger horisontalt.*



Figur 57: Hellende lag

### 6.1.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Omdanningstype

Ut ifra bergartene du studerte i felt, vil du klassifisere omdanningen som regional- eller kontaktmetamorfose?

*Bergartene er blitt omdannet i forbindelse med den kaledonske fjellkjededannelsen og det er derfor snakk om bergarter som er utsatt for regionalmetamorfose.*

#### Oppgave 2 - Presentasjon

Bruk internett til å finne ut om den kaledonske fjellkjededannelsen, og lag en presentasjon der dere relaterer det dere observerte i felt med den kaledonske fjellkjededannelsen som dere presenterer for klassen.

## 6.2 Former og strukturer – omvandling (metamorfose) - elevoppgaver



Figur 58: Former og strukturer. Fra Storvika i Stjørdal.

### Utstyrliste:

Feltbok.  
Noe å skrive og skissere med (blyant/farger).  
Kamera.

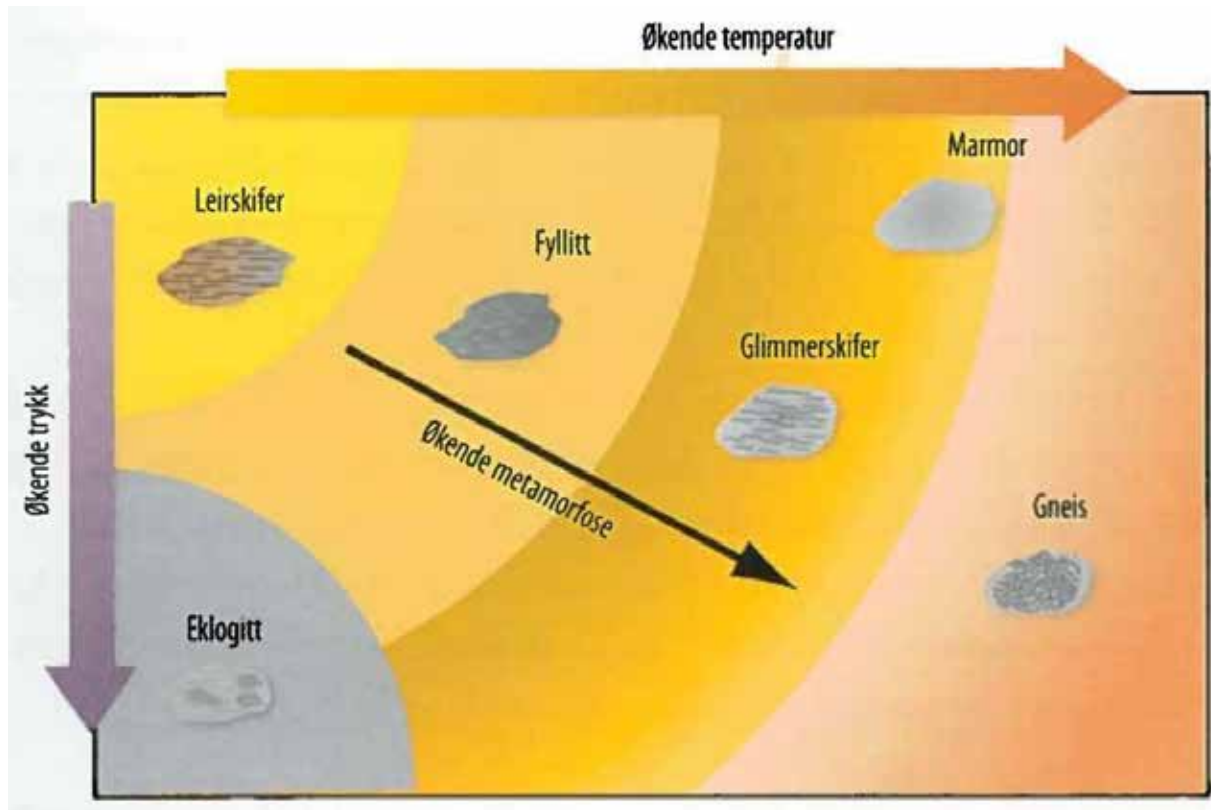
### 6.2.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - Metamorfose

- Hva vil det si at en bergart er metamorf?
- Hva er forskjellen på kontaktmetamorfose og regionalmetamorfose?

### Oppgave 2 - Ulik grad av metamorfose

a) En leirskifer kan gjennomgå forandringer som resulterer i forskjellige bergarter, se Figur 52. Studer figuren, og forklar hvordan dette er mulig.



Figur 59: Ulik grad av metamorfose. Fra Karlsen (2007).

b) Bruk figuren og tegn på den det området du tror det foregår kontaktmetamorfose.

### Oppgave 3 - Folding

Søk etter bilder av "Geological folds" på internett eller studer Figur 54.

a) Hvordan vil du forklare at bergarter kan få slike mønster?



Figur 60: Foldet bergart. Bildet er hentet fra [http://foreninger.uio.no/ngf/boka/kapittel\\_07/pages/image/imagepage4.html](http://foreninger.uio.no/ngf/boka/kapittel_07/pages/image/imagepage4.html)

b) Tegn på piler på Figur 54 som viser hvilken vei bevegelsene har foregått.





Figur 62: Et tydelig mønster i bergartene på svabergene.

b) Lag en skisse av utseendet til en *bergblotning*. Tenk på spesielle mønster eller strukturer.

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

c) Hva slags hovedtype bergart vil du si dette er? Begrunn svaret ditt.

d) Hvorfor ser de slik ut? Hva kan ha skjedd her?

e) Like ved benkene oppe på gressplenen er det et parti som ser ut som på Figur 57.

Hvordan vil du beskrive strukturen til dette partiet? Er dette en skifrig bergart? Hvordan tror du denne har blitt dannet? Hvorfor er ikke lagene horisontale?





Figur 63: Hellende lag

### 6.2.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Omdanningstype

Ut ifra bergartene du studerte i felt, vil du klassifisere omdanningen som regional- eller kontaktmetamorfose?

#### Oppgave 2 - Presentasjon

Bruk internett til å finne ut om den kaledonske fjellkjededannelsen, og lag en presentasjon der dere relaterer det dere observerte i felt med den kaledonske fjellkjededannelsen som dere presenterer for klassen.

## 7. Hydrogeologi - klasseromsoppgave – løsningsforslag

Oppgaven er teoretisk og kan utføres i klasserommet.

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er å gjøre elevene kjent med begrepet vannføring, hvordan det måles og hva det vil si for elvas vannmengde.

### Kompetansemål:

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

- Drøfte problemer knyttet til ferskvann som ressurs i globalt perspektiv (Geofag 2)

### Pensumstoff som dekkes i oppgaven:

Kapittel 9 Ferskvann som ressurs i Geofag 2 (Karlsen, 2008).

### Temaer:

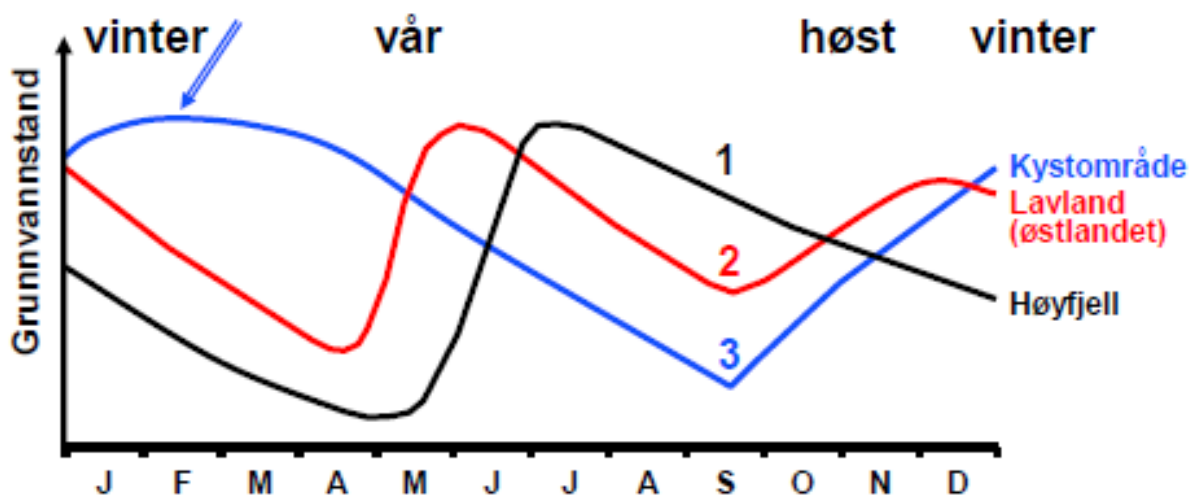
Ferskvann  
Vann som ressurs

Hydrogeologi er vitenskapen om grunnvann, dets forekomst, bevegelse i jordskorpen, kvantitet og kvalitet. Grunnvannet ligger i en mettet sone under jordoverflaten der alle sprekker og porerom er helt fylt med vann. Over grunnvannet i den umettede sonen er porene og sprekke bare delvis fylt med vann og kalles markvann. Grunnvann finnes både i løsmasser og i fast fjell. Grunnvannet utgjør 97-98 % av alt flytende ferskvann på jorden, resten er vann i innsjøer og elver. Grunnvann finnes overalt, men avstanden ned til grunnvannsspeilet kan variere mye. Et naturlig grunnvannsspeil følger i stor grad topografien.

Mange land er avhengig av grunnvann som vannforsyning, spesielt i tørrere klima. Dersom det pumpes opp mer grunnvann enn det som blir nydannet vil grunnvannsspeilet synke. Dette kan gi store konsekvenser, som kan gi store problemer, der byggegrunnen får setninger og jordoverflaten senkes (Tollan 2012).

Oppgave 1

- a) Hvorfor er grunnvann bedre beskyttet enn overflatevann?  
 Grunnvann er bedre beskyttet mot forurensinger enn overflatevann. Overflatevann er sårbart for forurensninger, og ofte surt og humusholdig. Grunnvann er mer beskyttet fordi løsmassene virker som et filter med stor selvrensingseffekt samtidig som det ikke er utsatt for sollys som fremmer bakterievekst. Mye av urenheterne i vannet blir fjernet ettersom det beveger seg ned til den umettede sonen der det er kjølig (som i et kjøleskap).
- b) Hva er en akvifer (=grunnvannmagasin)? Tegn og forklar forskjellen mellom en åpen og lukket akvifer.  
 En akvifer er en geologisk formasjon som er vannmettet og tilstrekkelig permeabel for grunnvannsutttak i anvendbare mengder.
- c) Grunnvannet blir matet av overflatevann, snøsmelting og nedbør. Hvor mye grunnvann som finnes i et magasin varierer etter årstidene pga. nedbørsfordeling, klima og høyde over havet. Figuren under viser årstidsvariasjonene i tre akviferer ulike steder i Norge. Forklar hvorfor grafene er som de er.



Høyfjellet: Grunnvannsstanden stiger utover våren og forsommeren pga. snøsmelting, med maks stand på forsommeren. I løpet av sommeren blir nedbøren forbrukt ved evapotranspirasjon og magasinene tappes. Tidlig frost på høsten fører til videre tapping av magasinene.

Lavlandet innland: Mye nedbør på høsten og snøsmelting på høsten gir to topper. I løpet av sommeren blir nedbøren forbrukt ved evapotranspirasjon og magasinene tappes. Frost og lite nedbør på vinteren fører til videre tapping av magasinene.

Kystområde: Mye nedbør høst og tidlig vinter pga. mildt klima. Dette gir stort tilskudd til grunnvannsmagasinerne med maks grunnvannsstand sen vinter, tidlig vår. Tapping av magasinerne utover sommeren, med laveste nivå tidlig om høsten.

## Oppgave 2

- a) Permeabilitet og porøsitet er viktige begrep som sier noe om hvor godt grunnvannet strømmer gjennom løsmasser. Forklar begrepene og fortell om permeabiliteten og porøsiteten i leire og sand.

Porøsitet er et uttrykk for hvor mange prosent hulrommene utgjør av totalvolumet av en bergart eller en jordart/løsmasstype. De fleste bergarter og løsmasstyper inneholder porerom, men porøsiteten varierer sterkt for de forskjellige bergarter og løsmasstyper pga. deres forskjellige dannelsesmåte og hva som har hendt med dem. Vanligvis har løs sand en porøsitet på 40-55 %, leire kan ha over 90 %. Porøsiteten avtar jo dypere bergartene og løsmassene har blitt begravd, og jo større forandringer som har foregått med dem.

Porøsiteten gir et mål for hvor mye væske eller gass en bergart kan inneholde, og da alle porerom under grunnvannsspeilet er fylt med vann, sjeldnere olje eller gass, spiller studiet av porøsiteten en viktig rolle i petroleums- og hydrogeologien.

Permeabilitet er et uttrykk for hvor lett en bergart gjennomstrømmes av en væske eller gass. Den er avhengig bl.a. av bergartens og jordartens/løsmasstypens porøsitet og sprekkdannelser. Selv om leire har god porøsitet har den veldig dårlig permeabilitet, mens sand har god permeabilitet.

- b) Bruk NGUs grunnvannsdatabase på nett, <http://geo.ngu.no/kart/granada/>. Hva er sammenhengen mellom grunnvannspotensiale og løsmasstype? I hvilke løsmasstyper finnes de største grunnvannspotensialer? Kom med eksempler fra Trondheimsområdet (se på Orkdal og Gauldal).
- c) Løsmasser deles inn etter hvordan de dannes, eksempel marine, eoliske og fluviale avsetninger. Hva slags type avsetninger egner seg til uttak av grunnvann og hvorfor? Avsetningen må ha god permeabilitet og porøsitet. Avsetningstyper som har dette kan ikke ha for stort innhold av finstoff og de må ha stor utbredelse. Fluviale og glasifluviale avsetninger er egnet til uttak av grunnvann.

## 7.1 Hydrogeologi - klasseromsoppgave - elevoppgaver

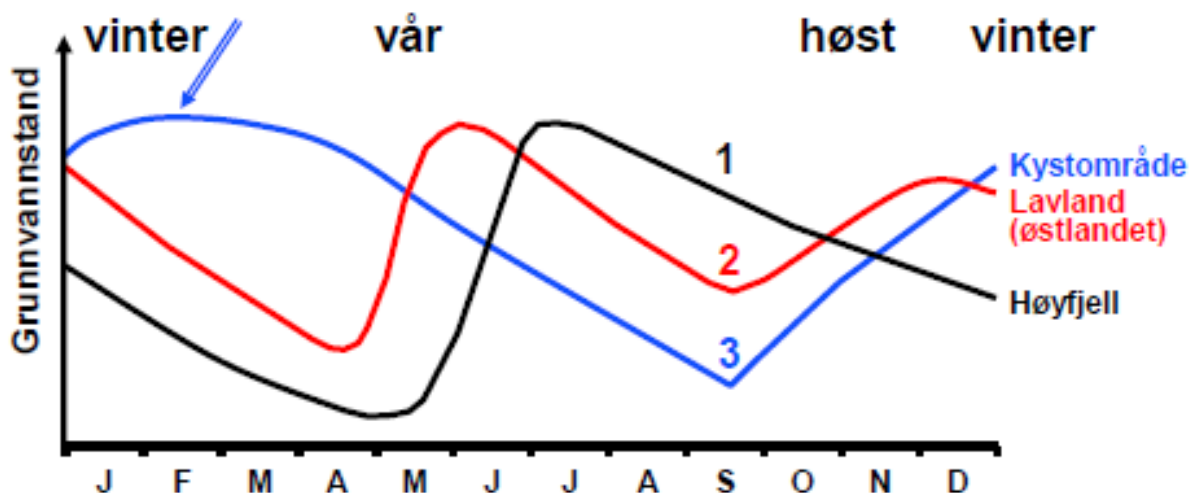
Denne oppgaven er knyttet til kapittel 9 "Ferskvann som ressurs" i Geofag 2. Oppgaven er teoretisk og kan utføres i klasserommet.

Hydrogeologi er vitenskapen om grunnvann, dets forekomst, bevegelse i jordskorpen, kvantitet og kvalitet. Grunnvannet ligger i en mettet sone under jordoverflaten der alle sprekker og porerom er helt fylt med vann. Over grunnvannet i den umettede sonen er porene og sprekkenes bare delvis fylt med vann og kalles markvann. Grunnvann finnes både i løsmasser og i fast fjell. Grunnvannet utgjør 97-98 % av alt flytende ferskvann på jorden, resten er vann i innsjøer og elver. Grunnvann finnes overalt, men avstanden ned til grunnvannsspeilet kan variere mye. Et naturlig grunnvannsspeil følger i stor grad topografien.

Mange mennesker rundt om i Verden er avhengig av grunnvann som vannforsyning, spesielt de som bor i tørrere klima. Dersom det pumpes opp mer grunnvann enn det som blir nydannet vil grunnvannsspeilet synke. Dette kan gi store konsekvenser, som kan gi store problemer, der byggegrunnen får setninger og jordoverflaten senkes (Tollan,2012).

### Oppgave 1

- Hvorfor er grunnvann bedre beskyttet enn overflatevann?
- Hva er en akvifer? Tegn og forklar forskjellen mellom en åpen og lukket akvifer.
- Grunnvannet blir matet av overflatevann, snøsmelting og nedbør. Hvor mye grunnvann som finnes i et magasin varierer etter årstidene pga. nedbørsfordeling, klima og høyde over havet. Figuren under viser årstidsvariasjonene i tre akvifere ulike steder i Norge. Forklar hvorfor grafene er som de er.



## Oppgave 2

- d) Permeabilitet og porøsitet er viktige begrep som sier noe om hvor godt grunnvannet strømmer gjennom løsmasser. Forklar begrepene og fortell om permeabiliteten og porøsiteten i leire, sand og grus.
- e) Bruk NGUs grunnvannsdatabase på nett, <http://geo.ngu.no/kart/granada/>. Hva er sammenhengen mellom grunnvannspotensiale og løsmasstype? I hvilke løsmasstyper finnes de største grunnvannspotensialer? Kom med eksempler fra Trondheimsområdet (se på Orkdal og Gauldal).
- f) Løsmasser deles inn etter hvordan de dannes, eksempel marine, eoliske og fluviale avsetninger. Hva slags type avsetninger egner seg til uttak av grunnvann og hvorfor?

## 8. Hydrologi - Vikhammerelva - løsningsforslag



Figur 64: Hydrologi. Hentet fra: <http://sevnaturalwonders.org/nile-river/>

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med hydrologiske forhold og prosesser tilknyttet elver. Vikhammerelva er påvirket av menneskelige inngrep og elevene skal se eksempler på hva som er gjort for å hindre bl.a. erosjon og begrenning av skadene ved flom. Kapasiteten skal også studeres og elevene skal sammenligne relativ vannføring ved elvemunningen og lenger opp i elva. I tillegg vil elevene få en innføring i hva som menes med vannskillet, ved å tegne dette inn på et kart for å se på nedbørsfeltet til Vikhammerelva.

### Kompetansemål:

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

- Forklare hvordan indre og ytre krefter former landskapet, og kjenne igjen typiske landformer i Norge (Geografi) (Rettet mot landformer dannet av elva).
- Gi oversikt over geografiske hovedtrekk som elver, innsjøer, fjell, byer og land nasjonalt og globalt (Geografi).
- Gi en oversikt over tiltak som kan forebygge skader ved naturkatastrofer (Geofag 1/Geofag X).
- Forklare klimatiske grunntrekk og værforhold ved å bruke teoriene om strålingsbalanse, vannets kretsløp og strømminger i atmosfæren (Geofag 1/ Geofag X).
- Kartlegge hydrologiske forhold og drøfte tilgang på ferskvann i et valgt område (Geofag 1/ Geofag X).
- Trekke ut og analysere informasjon fra forskjellige typer geofaglige kart, flybilder, radarplott og satellittbilder.

### Pensumstoff som dekkes i denne oppgaven:

Kap.4: Landformene (Landformer dannet av elva). Læreboken for geografi (Karlsen og Solerød, 2006).

Kap. 6: Hydrologi. Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

### Temaer:

Vannføring  
Vannets kretsløp  
Hydrogram  
Elvekapasitet  
Nedbørsfelt  
Vannskille

### Utstyrliste:

Feltbok  
Noe å skrive og skissere med  
Kamera



### 8.1.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - Vannets kretsløp

Hvordan fungerer vannets kretsløp? Tegn en figur som forklarer dette. Bruk gjerne internett til inspirasjon.

#### Oppgave 2 - Elvas forløp

a) Bruk et kartoppslagsverk på internett, for eksempel [www.gulesider.no](http://www.gulesider.no) til å studere flyfoto av Vikhammerelvas forløp. Ser du hvor den kommer fra? Hvor munner den ut?

b) Er elva synlig hele veien? Finner du spor etter menneskelige inngrep?

*Elva er stedvis steinsatt og er lagt i rør under bebyggelsen.*

#### Oppgave 3 - Årstidsvariasjoner i vannføringen

Hvordan tror du vannføringen i Vikhammerelva varierer gjennom året? Skisser et hydrogram som illustrerer dette.

8.1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter like ved Rema 1000, markert som lokalitet 1 på Figur 65.



Figur 65: Kart over lokalitetene 1 og 2 langs Vikhammerelva.

Lokalitet 1:

Oppgave 1 - Spor etter menneskelig inngrep

a) Studer elveløpet. Finn minst to spor etter menneskelige inngrep i Vikhammerelva i dette området.

Stemmer dette med det du studerte under foroppgavene?

*Elva er steinsatt. Man kan også se at elva er lagt i rør under bebyggelsen i sentrum. I tillegg er det satt opp et gjerde i elva for å hindre at større gjenstander (trær o.l.) skal tett igjen rørene.*

b) Hva tror du er årsaken til at man har gjort inngrep i Vikhammerelva?

*Elva er steinsatt for å hindre erosjon. Man kan også se at elva er lagt i rør under bebyggelsen i sentrum. Dette kan ha blitt gjort i forbindelse med utbygging og for å hindre erosjon og endret elveløp langs bebyggelse i sentrum. I tillegg er det satt opp et gjerde i elva for å hindre at større gjenstander (trær o.l.) skal tett igjen rørene.*



Figur 66: Finner du spor etter menneskelige inngrep?

## Oppgave 2 - Vannføring og årstid

a) Ser du noen tegn til tidligere vannstand i elva? Hvordan vil du beskrive vannmengden i elva? Tror du at det er mye, lite, eller normalt tilstand?

*Elva har dannet V-formen i dalen og gravd seg ned i løsmassene.*

*I tillegg kan man se etter trestammer og drivved som ligger over dagens vannstand.*

b) Er det en sammenheng mellom vannføring i elva (på dette tidspunktet) og årstid?

*Vannføringen er gjerne størst ved vår (grunnet nedbør og snøsmelting) og høst (grunnet større nedbørsmengder).*

c) Når på året tror du vannføringen i Vikhammerelva er størst? Og minst? Begrunn svarene dine.

## Oppgave 3 - Transport av materiale

a) Studer materialet som ligger langs elva og i bunnen av elva. Hvordan skiller materialet i bunnen av elva seg i forhold til materialet som ligger rundt? Tenk på størrelse av materialet.

b) For at elva skal kunne frakte med seg store steiner og tungt materiale kreves høy vannføring og energi i vannet. Inn mot skogen kan man se store steiner som ligger langs kanten og i midten av elveløpet, se Figur 67.

Hvor tror du disse store steinene kommer fra? Er de langtransportert?

*De store steinene er nok rester fra morenematerialet som elva har gravd seg gjennom. Elva skjærer gjennom en randmorene. Vikhammerelva har ikke stor nok kapasitet og vannføring til å kunne transportere disse. Derfor er steinene ikke langtransportert, og vi finner ikke slike store steiner lenger ned i elva.*



Figur 67: Store steiner langs kanten og bunnen av elveløpet til Vikhammerelva.

Følg så kartet (Figur 65) ned til Saksvikbukta, markert som lokalitet 2.

Lokalitet 2:

Nå står du ved utløpet av Vikhammerelva.



Figur 68: Utløpet av Vikhammerelva. Bildet er tatt med Trondheimsfjorden i ryggen.

### Oppgave 1 - Utløpet av Vikhammerelva

a) Beskriv hvordan utløpet av Vikhammerelva ser ut. Lag en skisse i feltboken din. Dokumenter gjerne med bilder som kan brukes i etterarbeidet. Tenk på materialet du ser rundt deg, bredden på elva og lignende.



Figur 69: Utløpet av Vikhammerelva, sett ut mot Trondheimsfjorden.

b) Langs strandsonen, og i nærheten av elveløpet, kan man se at det ligger mange større steiner. Er det elva eller sjøen som har bidratt til at disse steinene ligger her?

*Elva avsetter mer finkornig materiale jo lengre nedstrøms man kommer. Hvis vi ser lengre oppe (ovenfor strandsonen) ser en at det er mye mer finkornet materialet der enn det er på stranden. Derfor kan ikke de større steinene ha blitt avsatt av elva.*

c) Studer formen på steinene her nede i fjæra, se også Figur 69. Hvordan kan du se på steinene at de har vært i kontakt med vann?

*Steinene er godt avrundet.*

d) Et elvedelta er en vifteformet elveavsetning som er avsatt der elver når ut i havet eller en innsjø, se Figur 70. Hvorfor er ikke elvedeltaet så tydelig her?



Figur 70: Elvedelta med en tydelig vifteformasjon. Bildet er hentet fra <http://www2.geoatlas.no/?p=2366>

*Elvedeltaet/elvevifta er påvirket av havstrømmer og bølger og er derfor ikke så tydelig.*

## Oppgave 2 - Vannføring

Sammenlign vannføringen her ved elveutløpet i forhold til vannføringen ved lokalitet 1. Beskriv eventuelle forskjeller.

*Siden vi nå befinner oss ved utløpet av elva er det her ganske flatt, og hastigheten i vannet er dermed lavere. Siden vannføringen er konstant og samtidig proporsjonal med hastigheten og tverrsnittet av elva ( $\text{vannføring} = \text{vannhastighet} * \text{tverrsnitt}$ ), vil nødvendigvis en lavere vannhastighet føre til at tverrsnittet utvider seg - elva blir bredere.*

### Oppgave 3 - Vannets kretsløp

a) Vikhammerelva renner ut i den saltholdige Trondheimsfjorden. Her får vi en blanding mellom saltvann og ferskvann. Hva kalles det?

*Brakkvann.*

b) Kjenner du lukten av salt sjø? Ferskvannet fra Vikhammerelva renner ut i sjøen og blander seg med saltvann, som ikke er drikkevann. Hvordan kan du da forklare at elvene ikke til slutt går tomme, og vi kun gjenstår med saltvann som ikke kan drikkes - og vi tørster i hjel?

*Vannets kretsløp. Vannet fordampes (mens saltet blir igjen i havet), og kommer ned igjen som nedbør og tilbake til elvene.*

c) Hvilken reise tror du vannet ved utløpet av Vikhammerelva nå har foran seg? Skal det utenlands? Hvor lenge tror du det kan ta før det samme vannet kommer ned elva på nytt?

d) Vil du på bakgrunn av dette si at vann er en fornybar eller ikke-fornybar ressurs?

#### 8.1.3 Etterarbeid:

##### Oppgave 1 - Vannets kretsløp og Vikhammerelva

Forklar hva som skjer med vannet i Vikhammerelva ved hjelp av vannets kretsløp.

##### Oppgave 2 (utfordring) - Vannskillet og Vikhammerelva

Vannskillet er grensen mellom to elvers nedbørsfelt. Bruk det vedlagte topografiske kartet (under elevoppgave) og tegn inn Vikhammerelvas vannskille. Tips til å tegne inn vannskillet:

Start ved munningen av elva (der elva renner ut i havet).

Tegn grenser vinkelrett på høydekurvene.

Pass på at du ikke kutter elver eller innsjøer.

Vær oppmerksom på flate områder (myr o.l.).

Se Figur 71 for et eksempel på hvordan dette er gjort.





Figur 71: Eksempel på tegning av vannskillet. Etter Alfredsen, K. (2014).

### Oppgave 3 - Flom

Flomhendelser i Norge skjer stadig oftere. Undersøk hvilke tiltak som kan foretas for å hindre store skader ved flom.

#### Oppgave 4 - Studering av vannføring i Vikhammerelva

Bruk internett (for eksempel [www.yr.no](http://www.yr.no)) til å undersøke hvordan nedbørsmengdene har variert gjennom det siste året.

Lag en graf som illustrerer vannføringen i Vikhammerelva gjennom den samme perioden.

Hvordan henger nedbørsmengde og vannføring sammen?

## 8.2 Hydrologi - Vikhammerelva - elevoppgaver



Figur 72: Hydrologi. Hentet fra: <http://sevnaturalwonders.org/nile-river/>

### Utstyrsliste:

Feltbok.  
Noe å skrive og skissere med  
Kamera

### 8.2.1 Forarbeid

#### Oppgave 1 - Vannets kretsløp

Hvordan fungerer vannets kretsløp? Tegn en figur som forklarer dette. Bruk gjerne internett til inspirasjon.

### Oppgave 2 - Elvas forløp

a) Bruk et kartoppslagsverk på internett, for eksempel [www.gulesider.no](http://www.gulesider.no) til å studere flyfoto av Vikhammerelvas forløp. Ser du hvor den kommer fra? Hvor munner den ut?

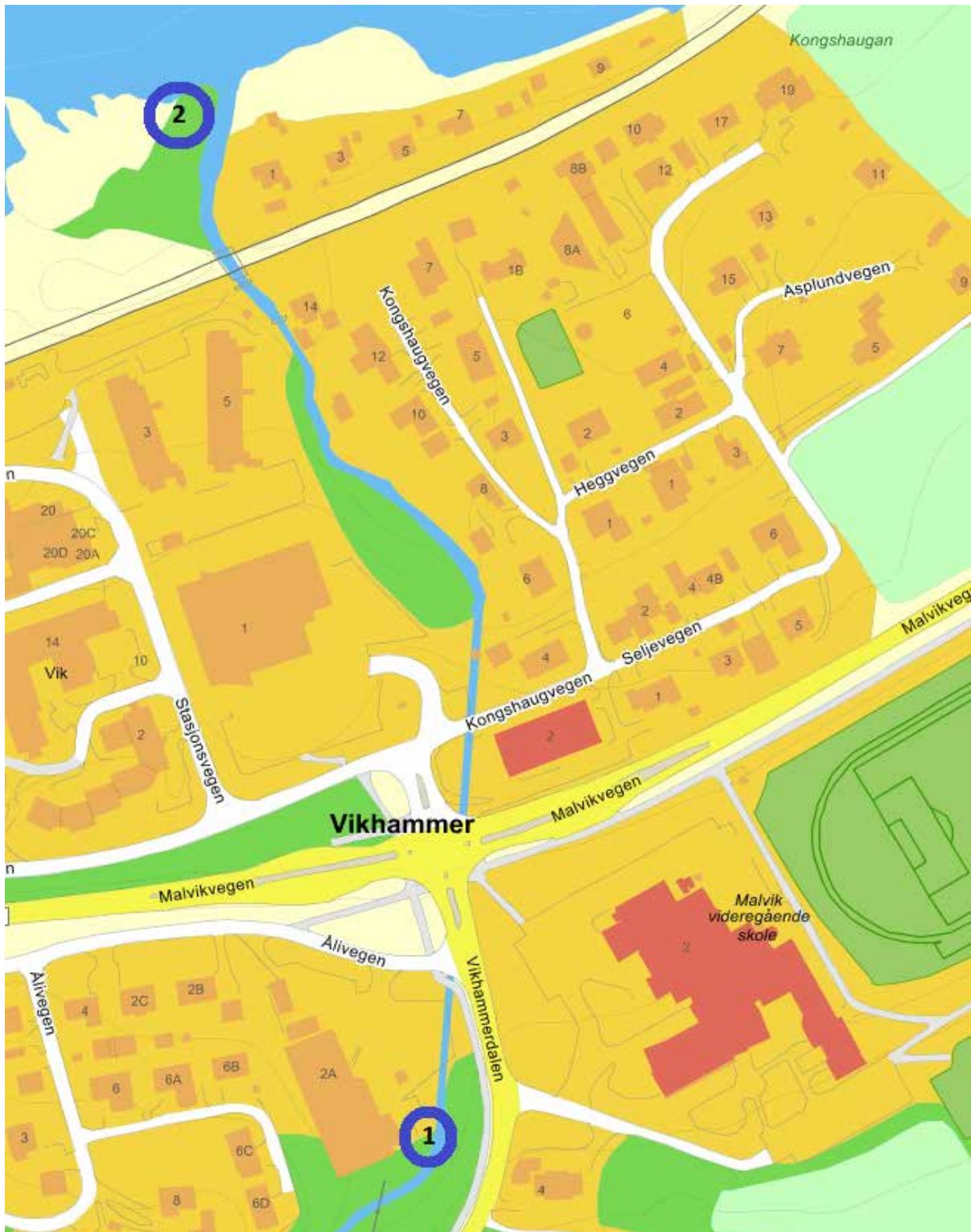
b) Er elva synlig hele veien? Finner du spor etter menneskelige inngrep?

### Oppgave 3 - Årstidsvariasjoner i vannføringen

Hvordan tror du vannføringen i Vikhammerelva varierer gjennom året? Skisser et hydrogram som illustrerer dette.

8.2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter like ved Rema 1000, markert som lokalitet 1 på Figur 65.



Figur 73: Kart over lokalitetene 1 og 2 langs Vikhammerelva.

Lokalitet 1:

Oppgave 1 - Spor etter menneskelig inngrep

a) Studer elveløpet. Finn minst to spor etter menneskelige inngrep i Vikhammerelva i dette området.

Stemmer dette med det du studerte under foroppgavene?

b) Hva tror du er årsaken til at man har gjort inngrep i Vikhammerelva?



Figur 74: Finner du spor etter menneskelige inngrep?

Oppgave 2 - Vannføring og årstid

a) Ser du noen tegn til tidligere vannstand i elva? Hvordan vil du beskrive vannmengden i elva? Tror du at det er mye, lite, eller normalt tilstand?

b) Er det en sammenheng mellom vannføring i elva (på dette tidspunktet) og årstid?

c) Når på året tror du vannføringen i Vikhammerelva er størst? Og minst? Begrunn svarene dine.

### Oppgave 3 - Transport av materiale

a) Studer materialet som ligger langs elva og i bunnen av elva. Hvordan skiller materialet i bunnen av elva seg i forhold til materialet som ligger rundt? Tenk på størrelse av materialet.

b) For at elva skal kunne frakte med seg store steiner og tungt materiale kreves høy vannføring og energi i vannet. Inn mot skogen kan man se store steiner som ligger langs kanten og i midten av elveløpet, se Figur 67.

Hvor tror du disse store steinene kommer fra? Er de langtransportert?



Figur 75: Store steiner langs kanten og bunnen av elveløpet til Vikhammerelva.

Følg så kartet (Figur 65) ned til Saksvikbukta, markert som lokalitet 2.

Lokalitet 2:

Nå står du ved utløpet av Vikhammerelva.



Figur 76: Utløpet av Vikhammerelva. Bildet er tatt med Trondheimsfjorden i ryggen.

### Oppgave 1 - Utløpet av Vikhammerelva

a) Beskriv hvordan utløpet av Vikhammerelva ser ut. Lag en skisse i feltboken din. Dokumenter gjerne med bilder som kan brukes i etterarbeidet. Tenk på materialet du ser rundt deg, bredden på elva og lignende.





Figur 77: Utløpet av Vikhammerelva, sett ut mot Trondheimsfjorden.

b) Langs strandsonen, og i nærheten av elveløpet, kan man se at det ligger mange større steiner. Er det elva eller sjøen som har bidratt til at disse steinene ligger her?

c) Studer formen på steinene her nede i fjæra, se også Figur 69. Hvordan kan du se på steinene at de har vært i kontakt med vann?

d) Et elvdelta er en vifteformet elveavsetning som er avsatt der elver når ut i havet eller en innsjø, se Figur 70. Hvorfor er ikke elvedeltaet så tydelig her?



Figur 78: Elvedelta med en tydelig vifteformasjon. Bildet er hentet fra <http://www2.geoatlas.no/?p=2366>

### Oppgave 2 - Vannføring

Sammenlign vannføringen her ved elveutløpet i forhold til vannføringen ved lokalitet 1. Beskriv eventuelle forskjeller.

### Oppgave 3 - Vannets kretsløp

- Vikhammerelva renner ut i den saltholdige Trondheimsfjorden. Her får vi en blanding mellom saltvann og ferskvann. Hva kalles det?
- Kjenner du lukten av salt sjø? Ferskvannet fra Vikhammerelva renner ut i sjøen og blander seg med saltvann, som ikke er drikkevann. Hvordan kan du da forklare at elvene ikke til slutt går tomme, og vi kun gjenstår med saltvann som ikke kan drikkes - og vi tørster i hjel?
- Hvilken reise tror du vannet ved utløpet av Vikhammerelva nå har foran seg? Skal det utenlands? Hvor lenge tror du det kan ta før det samme vannet kommer ned elva på nytt?
- Vil du på bakgrunn av dette si at vann er en fornybar eller ikke-fornybar ressurs?

8.2.3 Etterarbeid:

## Oppgave 1 - Vannets kretsløp og Vikhammerelva

Forklar hva som skjer med vannet i Vikhammerelva ved hjelp av vannets kretsløp.

## Oppgave 2 (utfordring) - Vannskillet og Vikhammerelva

Vannskillet er grensen mellom to elvers nedbørsfelt. Bruk det vedlagte topografiske kartet (Figur 80) og tegn inn Vikhammerelvas vannskille. Tips til å tegne inn vannskillet:

Start ved munningen av elva (der elva renner ut i havet).

Tegn grenser vinkelrett på høydekurvene.

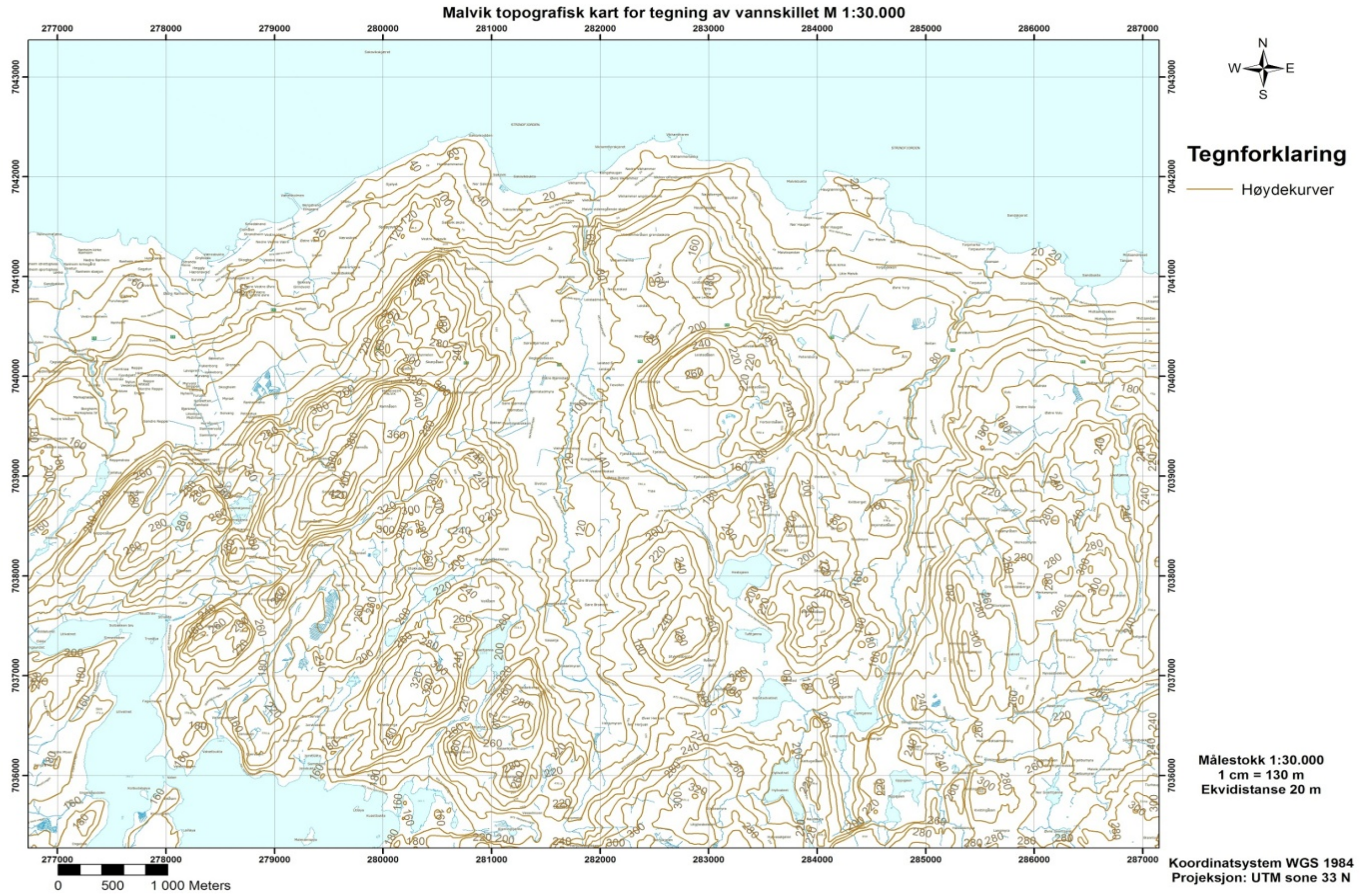
Pass på at du ikke kutter elver eller innsjøer.

Vær oppmerksom på flate områder (myr o.l.).

Se Figur 71 for et eksempel på hvordan dette er gjort.



Figur 79: Eksempel på tegning av vannskillet. Etter Alfredsen, K. (2014).



Figur 80: Topografisk kart til tegning av vannskillet.



### Oppgave 3 - Flom

Flomhendelser i Norge skjer stadig oftere. Undersøk hvilke tiltak som kan foretas for å hindre store skader ved flom.

### Oppgave 4 - Studering av vannføring i Vikhammerelva

Bruk internett (for eksempel [www.yr.no](http://www.yr.no)) til å undersøke hvordan nedbørsmengdene har variert gjennom det siste året.

Lag en graf som illustrerer vannføringen i Vikhammerelva gjennom den samme perioden.

Hvordan henger nedbørsmengde og vannføring sammen?

## 9. Spor etter istiden - landformer og prosesser - løsningsforslag



Figur 81: Spor etter istiden – landformer og prosesser. Hentet fra: <http://cutterlight.com/tag/blackstone-glacier/>

### 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:

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

- Forklare hvordan indre og ytre krefter former landskapet, og kjenne igjen typiske landformer i Norge (Geografi, vg.1)
- 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)
- Innhente, bearbeide og presentere geofaglig informasjon ved bruk av digitale verktøy (Geofag 1/Geofag X)

**Pensumstoff som dekkes i denne oppgaven:**

Kap. 1: Jorda. Indre og ytre krefter (s. 13-14). 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:**

Indre og ytre krefter

Skuringsstriper

Jettegryter

Flyttblokk

Droppstein

**Utstyrsliste:**

Kamera

Feltbok

Noe å skrive og skissere med

9.1.1 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. Varmen i Jordas indre skyldes nedbrytning av radioaktive grunnstoffer, for eksempel uran (U) og thorium (Th).*

*Ytre krefter er for eksempel 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 oppg.a).*



### Oppgave 2 - Skuringsstriper

a) Hvordan dannes skuringsstriper?

*Når breen glir på underlaget, eroderer den berggrunnen. Skuringsstripene viser hvordan den "steinbelagte" bresålen har slipt fjelloverflaten. Stein og blokker som har vært fastfrosset i isen har altså glidd over og skurt underlaget.*

b) I felt skal du prøve å finne skuringsstriper. Undersøk hva slags spor du kan se 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 - Jettegryter

a) Hva er en jettegryte?

*Jettegryter er glatte, sylindriske fordypninger i bergoverflaten som er dannet ved at vannet har fraktet med seg stein i en roterende bevegelse og slipt ut hullene. Jettegryter kan bli opp til 60 m dype. I Norge ble mange jettegryter dannet i elveløp ved avslutningen av siste istid, eller langs kysten da havet stod høyere enn i dag (Sigmond, Brynhi og Jorde 2013). Jettegryter er et resultat av mekanisk forvitring.*

b) Hvordan dannes en jettegryte?

*Jettegryter dannes ved at vannet har fraktet med seg stein i en roterende bevegelse og slipt ut hullene. Jettegryter kan bli opp til 60 m dype. I Norge ble mange jettegryter dannet i elveløp ved avslutningen av siste istid, eller langs kysten da havet stod høyere enn i dag (Sigmond, Brynhi og Jorde 2013).*

### Oppgave 4 – Flyttblokk og droppstein

Hva er forskjellen på en flyttblokk og en droppstein?

*En flyttblokk er en stein eller blokk som er flyttet av isbreer eller drivis og avsatt da isen smeltet.*

*En droppstein er en stein som løsner fra drivende isfjell og faller ned på havbunnen når isen smelter. (Brynhi, Sigmond og Jorde, 2013)*

### 9.1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg kartet under (Figur 82) for å komme fram til riktig plass.



Figur 82: Kart som viser veien fra Malvik vgs. til Saksvikbukta.

#### Oppgave 1 - På jakt etter skuringsstriper

Å finne skuringsstriper ute i felt er ikke alltid like enkelt. Man må sette på "geobrillene" og lete etter spor og kjennetegn, nesten som et detektivarbeid! I tillegg er det en fordel med litt geofantasi. Det er ikke alltid at eksemplene i felt er like tydelige som prakt eksempene i læreboka, men med litt kreativitet og fantasi ser du kanskje at det likner?

a) Dokumenter at du har funnet skuringsstriper ved å ta et bilde *av dem!*



Figur 83: Skuringsstriper. Kan du se dem?

b) Gå til svaberget mot sjøen til du ser landskapet som på Figur 84 (Bak deg har du grillplassen med benkene). Kan du finne spor etter istiden her? Kan dette fortelle deg noe om isbreenes bevegelsesretning? Ta bilder!

*På svaberget finner man to relativt tykke skuringsstriper. Skuringsstriper dannes ved at isbreer med stein og blokker fastfrosset i bunnen av isen har glidd over og skurt underlaget (Sigmond, Brynhi og Jorde 2013).*

*I tillegg kan man finne flyttblokker i området, som bl.a. den største steinen på bildet (Figur 84). Dette vitner om isbreativitet. Ut ifra skuringsstripene ser man at breen har beveget seg i retning mot/fra sjøen.*



Figur 84: Finner du noen spor etter isbreen her?

## Oppgave 2 – Forvitring og Jettegryter

Let etter bergarter som er veldig lagdelte (skifrige). Du vil finne de like ved benkeplassen.



Figur 85: Bergarter med tydelig lagdeling og helning. I dette området skal du lete etter jettegryter.

a) Finner du jettegrytene i dette området? Ta bilder!



Figur 86: De runde hullene i berggrunnen er jettegryter.

b) I samme område kan man se gjennomtrengende hull i berggrunnen som på Figur 87. Hva tror du er årsaken til disse små hullene? Ta bilder!



Figur 87: Hva tror du disse hullene skyldes?

*Hullene vitner om at berget er blitt påvirket av forvitningsprosesser.*

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

*- 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.*

Oppgave 3 - Droppstein fra Sverige

Se om du finner steinen som ser ut som på Figur 88.

Denne *kvartsitten* kommer trolig fra Sverige. Hvordan tror du den har havnet her?



Figur 88: Hvordan er denne steinen kommet hit?

*Kvartsitten er en droppstein – stein som løsner fra drivende isfjell og faller ned på havbunnen når isen smelter.*

### 9.1.3 Etterarbeid



Figur 89: Hvilke glasiiale landformer ser du?

#### Oppgave 1 - Glasiiale 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)
- Trondheim (Norge)

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

#### Oppgave 2 - Bildeserie

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

## 9.2 Spor etter istiden - landformer og prosesser - elevoppgaver



Figur 90: Spor etter istiden – landformer og prosesser. Hentet fra: <http://cutterlight.com/tag/blackstone-glacier/>

### Utstyrliste:

Kamera  
Feltbok  
Noe å skrive og skissere med

### 9.2.1 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) Hvordan dannes skuringsstriper?

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

### Oppgave 3 - Jettegryter

a) Hva er en jettegryte?

b) Hvordan dannes en jettegryte?

### Oppgave 4 – Flyttblokk og droppstein

Hva er forskjellen på en flyttblokk og en droppstein?

## 9.2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter i Saksvikbukta. Følg kartet under (Figur 82) for å komme fram til riktig plass.



Figur 91: Kart som viser veien fra Malvik vgs. til Saksvikbukta.

## Oppgave 1 - På jakt etter skuringsstriper

Å finne skuringsstriper ute i felt er ikke alltid like enkelt. Man må sette på "geobrillene" og lete etter spor og kjennetegn, nesten som et detektivarbeid! I tillegg er det en fordel med litt geofantasi. Det er ikke alltid at eksemplene i felt er like tydelige som prakteksemplene i læreboka, men med litt kreativitet og fantasi ser du kanskje at det likner?

a) Dokumenter at du har funnet skuringsstriper ved å ta et bilde i de!



Figur 92: Skuringsstriper. Kan du se dem?

b) Gå til svaberget mot sjøen til du ser landskapet som på Figur 84 (Bak deg har du grillplassen med benkene). Kan du finne spor etter istiden her? Kan dette fortelle deg noe om isbrens bevegelsesretning? Ta bilder!



Figur 93: Finner du noen spor etter isbreen her?

## Oppgave 2 – Forvitring og Jettegryter

Let etter bergarter som er veldig lagdelte (skifrige). Du vil finne de like ved benkeklassen, se Figur 94.



Figur 94: Bergarter med tydelig lagdeling og helning. I dette området skal du lete etter jettegryter.

a) Finner du jettegrytene i dette området? Ta bilder!



Figur 95: De runde hullene i berggrunnen er jettegryter.

b) I samme område kan man se gjennomtrengende hull i berggrunnen som på Figur 87. Hva tror du er årsaken til disse små hullene? Ta bilder!



Figur 96: Hva tror du disse hullene skyldes?

Oppgave 3 - Droppstein fra Sverige  
Se om du finner steinen som ser ut som på Figur 97.

Denne *kvartsitten* kommer trolig fra Sverige. Hvordan tror du den har havnet her?



Figur 97: Hvordan er denne steinen kommet hit?

### 9.2.3 Etterarbeid



Figur 98: Hvilke glisiale landformer ser du?

#### Oppgave 1 - Glisiale 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)
- Jostedalbreen (Norge)
- Trondheim (Norge)

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

#### Oppgave 2 - Bildeserie

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

## 10. Løsmasser og marin grense i Malvik - løsningsforslag



Figur 99: Løsmasser. Hentet fra: <http://www.bilfrakt.se/Anlaggning/Grus-sand-och-jord/>

### Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med ulike løsmassetyper i Malvik. De skal også bli kjent med begrepet marin grense og kunne tegne inn denne på et topografisk kart. I feltarbeidet skal elevene kartlegge en randmorene. Målet er at de skal kunne gjenkjenne morenematerialet og forstå hvilke prosesser som fører til dannelsen av en randmorene. Kartleggingen av randmorener skal brukes til å gjenskape beliggenheten av isbreen i Malvik for 12900-12620 år siden.

### Kompetansemål:

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

- Observere, beskrive og navngi landskapsformer dannet av isbreer og vurdere hvilke prosesser som kan føre til disse formene (Geofag 1/Geofag X)
- Beskrive hovedtrekk ved klimautviklingen fra siste istid til i dag og drøfte teorier om naturlige og menneskeskapte klimaendringer (Geofag 2)

### Pensumstoff som dekkes i denne 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:**

Randmorene  
Marin grense  
Morenemateriale  
Løsmassekart  
Beliggenhet av brefronten i Malvik for 12900-12620 år siden

**Utstysliste:**

Løsmasseprøver med morenemateriale  
Feltbok  
Noe å skrive og skissere med  
Spade eller lignende for å grave  
Pose for å oppbevare nye løsmasseprøver i

10.1.1 Forarbeid:

Dette forarbeidet baserer seg på artikkelen " Fra urnordmann til steinkobbe" av Jørgen Rosvold (2014).

Oppgave 1 - Funn av selbein

- a) Les artikkelen " Fra urnordmann til steinkobbe" av Jørgen Rosvold (2014, vedlegg).
- b) Bruk det vedlagte topografiske kartet (under elevoppgaven) til å markere funnstedet Aunet i Malvik, og finn ut hvor høyt det ligger. Husk og ta med kartet ut til feltarbeidet!

*Aunet ligger ca. 140 m over dagens havnivå.*

- c) Bruk løsmassekartet (under elevoppgaven) til å finne ut hva slags løsmassetype som finnes i Aunet.

*Marin strandavsetning.*

- d) Hvordan kan det ha seg at man har funnet rester av selbein så høyt oppe?

*Under siste istid var store områder omkring Trondheimsfjorden dekket av hav. I Trondheim stod havet omtrent 170 meter over dagens havnivå. Først da isen smeltet begynte landet å heve seg (pga. mindre trykk fra isen over) og områder som tidligere var dekket av hav ble tørt land.*



e) Hva kan dette funnet av selskjelettet fortelle om klimaet i Trondheim for omkring 11 300 år siden?

*Funnet av dette skjelettet tyder på arktiske forhold i Trondheimsfjorden på denne tiden. Storkobber er ishavsseler som tilbringer det meste av livet i pakkisen i relativt grunne arktiske farvann, hvor de stort sett lever av bunndyr. De er svært avhengige av isen og følger ofte iskanten. På denne tiden hadde innlandsisen fremdeles stor utbredelse i Norge. Havnivået var høyere og fjorden var mye bredere. Den gangen var Aunet i Malvik dekket av hav.*

### Oppgave 2 - Marin grense

a) Finn ut hva som er marin grense for området og marker marin grense inn på det topografiske kartet (under elevoppgaven) ved å studere høydekurvene. Fargelegg områdene under marin grense med en farge. Hva indikerer det fargelagte området?

*Marin grense er ca 170 m. Det fargelagte området vil indikere områder som tidligere har vært havbunn.*

b) Etter å ha fargelagt områdene som ligger under marin grense vil du stå igjen med noen områder som er blanke. Hva kan du si om disse blanke områdene?

*Etter å ha tegnet inn marin grense for området ser man ganske tydelig de stedene som tidligere har vært øyer.*

### Oppgave 3 - Morenemateriale

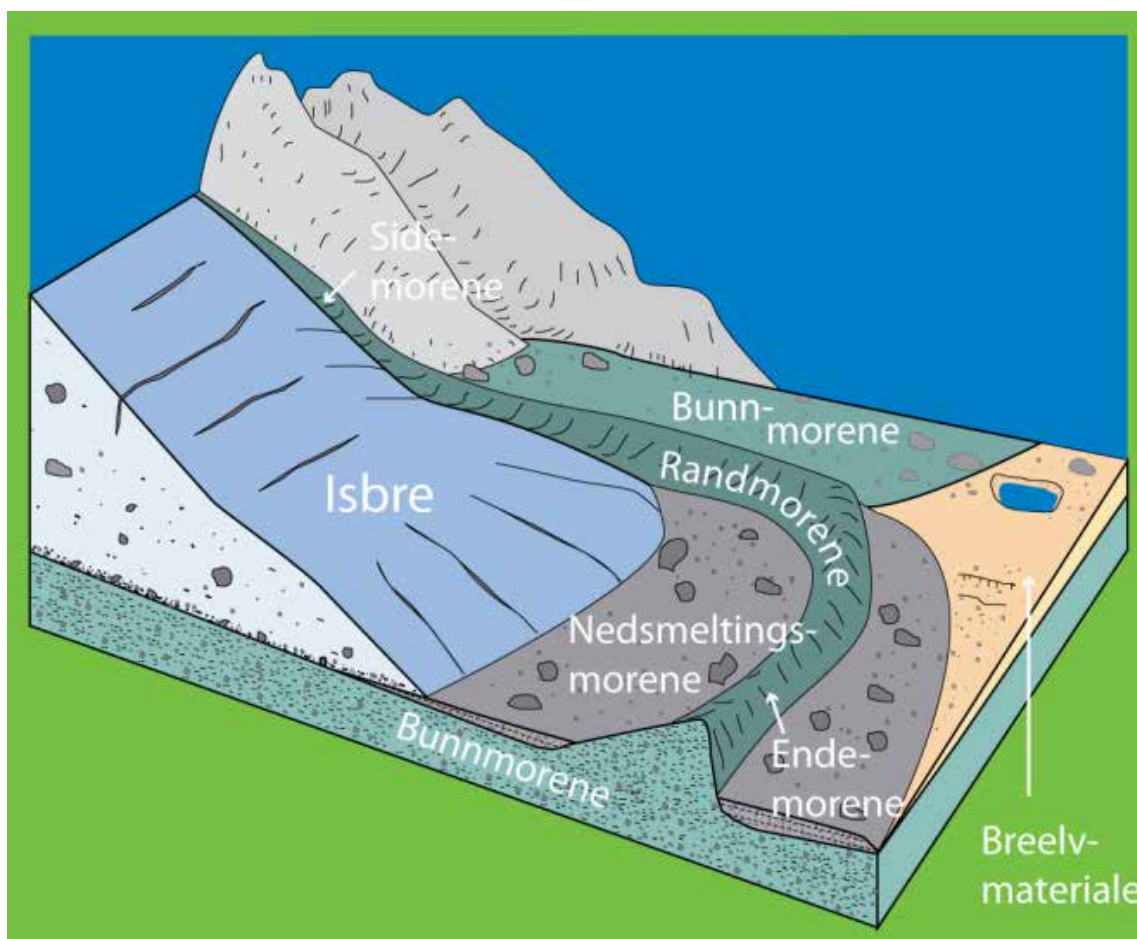
Studér løsmasseprøven av morenemateriale fra Malvik. Hvordan kan man beskrive morenemateriale? Tenk på løsmassetyper og sorteringsgrad.

*Morenemateriale består av alle kornstørrelser/sedimenter. Det er dannet ved at isbreene har revet løs, transportert og avsatt stein, grus, sand og leire. Dette materialet er oppknust og malt mellom breens såle og underlaget, og er vanligvis usortert og hardt pakket.*

### Oppgave 4 - Randmorener

a) Hva er en randmorene?

*En randmorene er en ryggformet moreneavsetning langs ytterkanten av en isbre. Randmorener kan også være ende- og sidemorener.*



Figur 100: Figuren viser en randmorene- en ryggformet moreneavsetning langs ytterkanten av en isbre. Hentet fra: <http://geobilder.com/breprosesser/>

b) Hva slags materiale består en randmorene av?

*Typiske randavsetninger er leire, sand og grus, i en usortert blanding. Dette ble ført med smeltevannselver og avsatt foran brefronten.*

c) Hvordan er randmorener dannet?

*Leire, sand og grus ble ført med smeltevannselver og avsatt foran breen.*

*Tilbakesmeltingen av innlandsisen foregikk i rykk og napp. Brefronten kunne stå stille eller rykke litt fram i kortere perioder. Isen som smeltet frigjorde store vannmengder. Smeltevannselvene førte med seg leire, sand og grus som ble avsatt som randavsetninger foran brefronten. Utenom de store israndavsetningene som ble avsatt ut i havet, er mindre avsetninger ellers vanlige i daler, fjorder og i lavlandet langs kysten.*

d) Studer løsmassekartet over Malvik (under elevoppgaven). Finn randmorener. Hvordan vil du beskrive formen og beliggenheten til randmorenene?

*Vi finner tydelige randmorener/randavsetninger i grønne belter på kartet. Disse beltene slynger seg langs deler av kysten og finnes i forskjellige "nivåer". De er altså avsatt i forskjellige trinn.*

### 10.1.2 Feltarbeid

#### Oppgave 1 - Kartlegging av randmorene

Feltarbeidet starter ved området markert med en rød firkant, se Figur 101 og Figur 102. Innenfor den røde firkanten skal du kartlegge hvor det finnes randmorene.



Figur 101: Den røde ringen viser området hvor feltarbeidet starter. Kartlegging av en randmorene skal foregå innenfor den røde firkanten.



Figur 102: Området hvor man skal kartlegge beliggenheten av en randmorene.

- a) Bruk det du har lært om kjennetegn ved randmorener, og tenk på hva slags materiale du skal lete etter som er typisk for en randmorene.
- b) Ta med en løsmasseprøve av randmorenen.



Figur 103: Graving i løsmasser

- c) Skisser på det topografiske kartet (under elevoppgaven) hvor du tror randmorenen ligger.

### 10.1.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Løsmasseprøver

Sammenlign løsmasseprøven fra feltarbeidet med prøven fra klasserommet. Finner du likheter/forskjeller med materialet med tanke på kornstørrelser og sorteringsgrad?

#### Oppgave 2 - Kartlegging av randmorene

Ta fram feltnotatene dine. Bruk det utdelte topografiske kartet (under elevoppgaven) over området, og fargelegg områder der du mener randmorenen ligger. Sammenlign kartet ditt med en annen gruppe i klasserommet. Blir dere enige om eventuelle likheter/forskjeller?

#### Oppgave 3 - Avsmelting i Malvik

Studer løsmassekartet fra forarbeidet over Malvik (under elevoppgaven). På det topografiske kartet (under elevoppgaven), skal du tegne inn hvor isbrefronten stod for 12900-12620 år siden. Hint: Bruk randmorenene til hjelp.

## 10.2 Løsmasser og marin grense i Malvik - elevoppgaver



Figur 104: Løsmasser. Hentet fra: <http://www.bilfrakt.se/Anlaggning/Grus-sand-och-jord/>

### Utstyrliste:

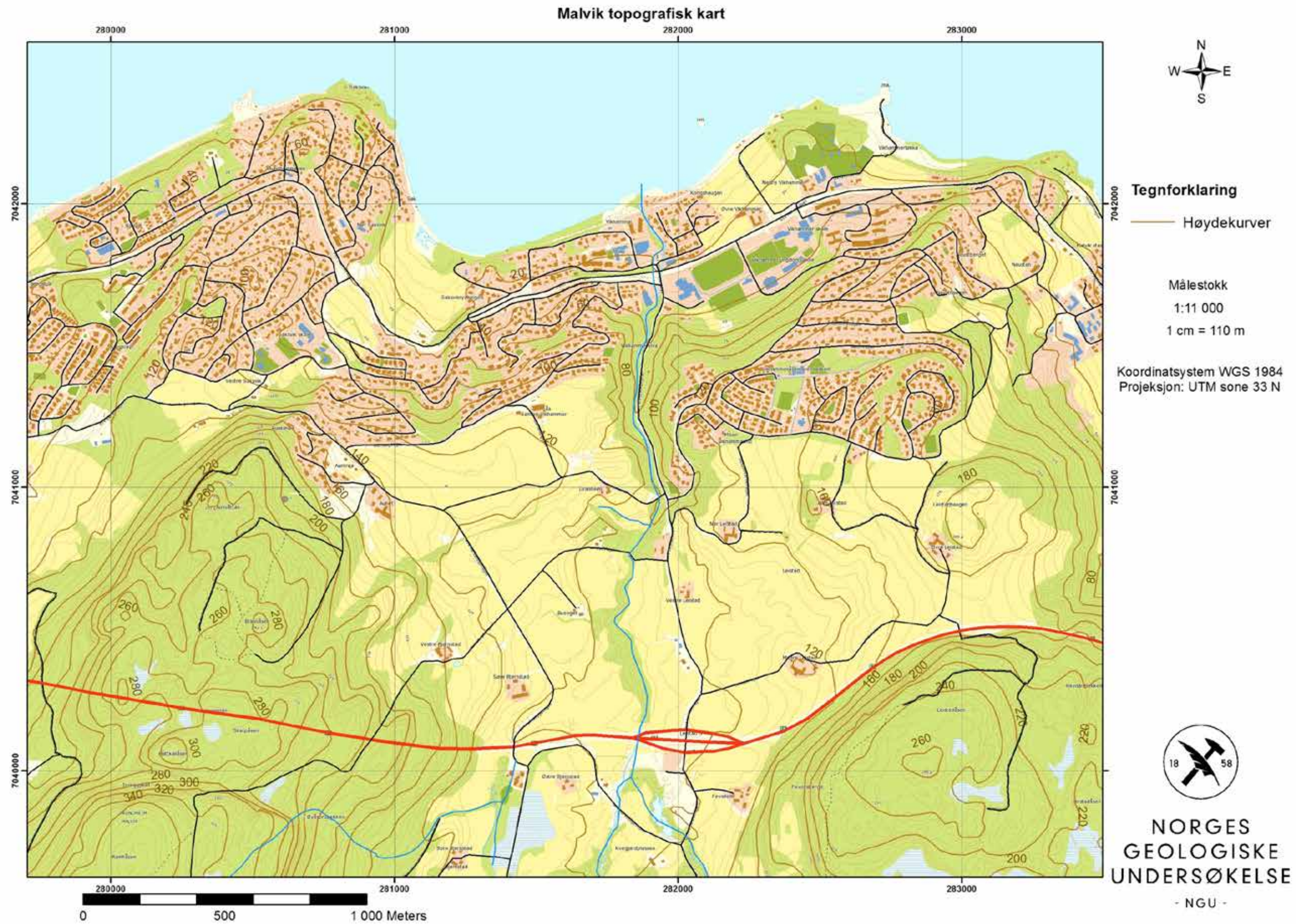
- Løsmasseprøver med morenemateriale
- Feltbok
- Noe å skrive og skissere med
- Spade eller lignende for å grave
- Pose for å oppbevare nye løsmasseprøver i

### 10.2.1 Forarbeid:

#### Oppgave 1 - Funn av selbein

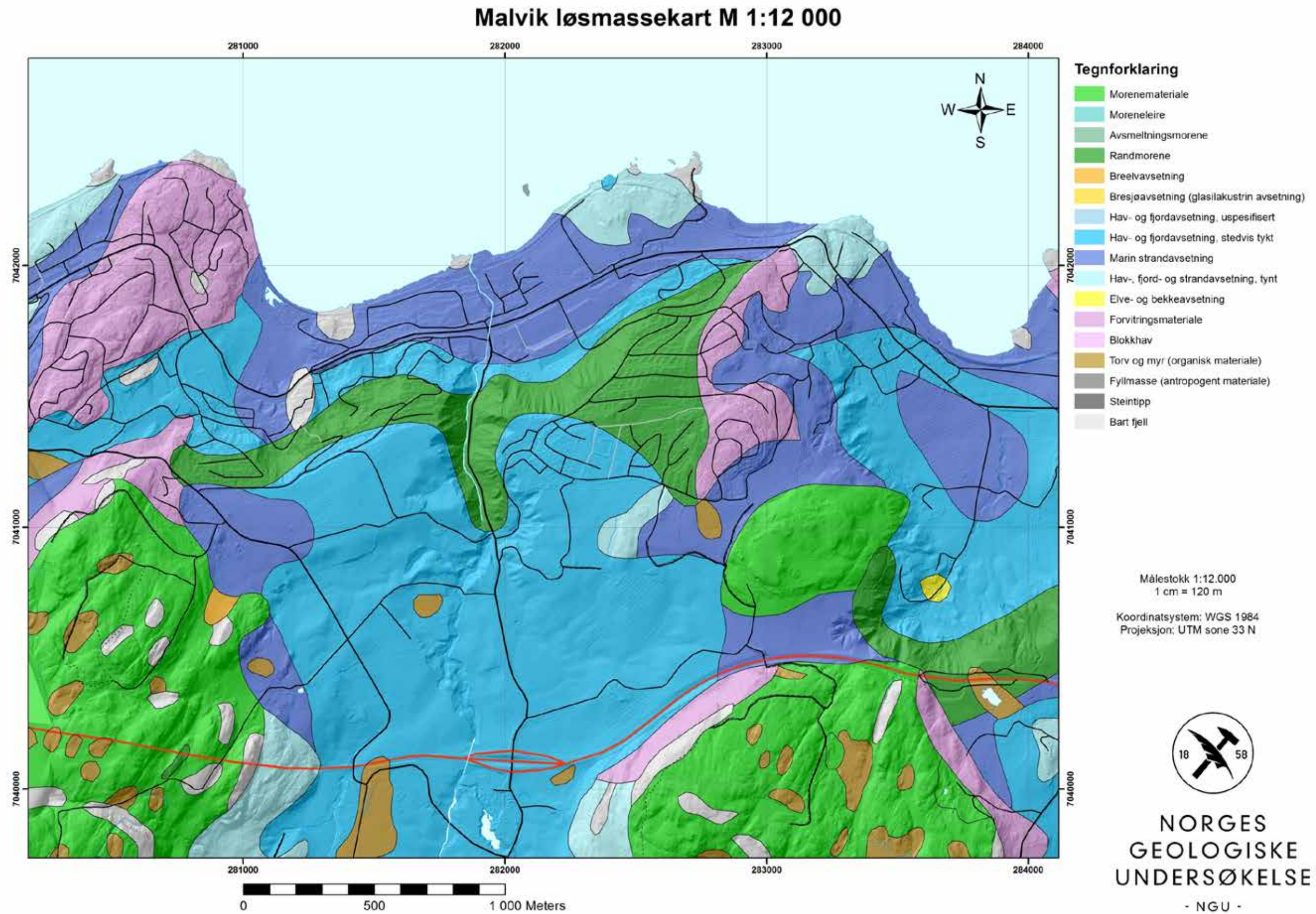
- Les artikkelen " Fra urnordmann til steinkobbe" av Jørgen Rosvold (2014, vedlegg).
- Bruk det vedlagte topografiske kartet (under) til å markere funnstedet Aunet i Malvik, og finn ut hvor høyt det ligger. Husk og ta med kartet ut til feltarbeidet!
- Bruk løsmassekartet (under) til å finne ut hva slags løsmassetype som finnes i Aunet.
- Hvordan kan det ha seg at man har funnet rester av selbein så høyt oppe?
- Hva kan dette funnet av selskjelettet fortelle om klimaet i Trondheim for omkring 11 300 år siden?





Figur 105: Topografisk kart over Malvik.





Figur 106: Løsmassekart over Malvik.

### Oppgave 2 - Marin grense

a) Finn ut hva som er marin grense for området og marker marin grense inn på det topografiske kartet (over) ved å studere høydekurvene. Fargelegg områdene under marin grense med en og samme farge. Hva indikerer det fargelagte området?

b) Etter å ha fargelagt områdene som ligger under marin grense vil du stå igjen med noen områder som er blanke. Hva kan du si om disse blanke områdene?

### Oppgave 3 - Morenemateriale

Studer løsmasseprøven av morenemateriale fra Malvik. Hvordan kan man beskrive morenemateriale? Tenk på løsmassetyper og sorteringsgrad.

### Oppgave 4 - Randmorener

a) Hva er en randmorene?

b) Hva slags materiale består en randmorene av?

c) Hvordan er randmorener dannet?

d) Studer løsmassekartet over Malvik (over). Finn randmorener. Hvordan vil du beskrive formen og beliggenheten til randmorenene?

### 10.2.2 Feltarbeid

#### Oppgave 1 - Kartlegging av randmorene

Feltarbeidet starter ved området markert med en rød firkant, se Figur 101 og Figur 102. Innenfor den røde firkanten skal du kartlegge hvor det finnes randmorene.



Figur 107: Den røde ringen viser området hvor feltarbeidet starter. Kartlegging av en randmorene skal foregå innenfor den røde firkanten.



Figur 108: Området hvor man skal kartlegge beliggenheten av en randmorene.

a) Bruk det du har lært om kjennetegn ved randmorener, og tenk på hva slags materiale du skal lete etter som er typisk for en randmorene.

b) Ta med en løsmasseprøve av randmorenen.



Figur 109: Graving i løsmasser

c) Skisser på det topografiske kartet (over) hvor du tror randmorenen ligger.

### 10.2.3 Etterarbeid

#### Oppgave 1 - Løsmasseprøve

Sammenlign løsmasseprøven fra feltarbeidet med prøven fra klasserommet. Finner du likheter/forskjeller med materialet med tanke på kornstørrelser og sorteringsgrad?

#### Oppgave 2 - Kartlegging av randmorene

Ta fram feltnotatene dine. Bruk det utdelte topografiske kartet (over) over området, og fargelegg områder der du mener randmorenen ligger. Sammenlign kartet ditt med en annen gruppe i klasserommet. Blir dere enige om eventuelle likheter/forskjeller?

#### Oppgave 3 - Avsmelting i Malvik

Studer løsmassekartet fra forarbeidet over Malvik (over). På det topografiske kartet (over), skal du tegne inn hvor isbrefronten stod for 12900-12620 år siden. Hint: Bruk randmorenene til hjelp.

## 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.

[http://www.earthlearningidea.com/Indices/contents\\_Norwegian.html](http://www.earthlearningidea.com/Indices/contents_Norwegian.html)

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-siders 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/nglhc/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

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

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

Frøyland, M. og Remmen, K.B. red. (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.

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.

Olsen, L., Høgaas, F. & Sveian, H. (2015). Age of the Younger Dryas ice-marginal substages in Mid-Norway - Tautra and Hoklingen, based on a compilation of  $^{14}\text{C}$ -dates. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin* 454, 1-13.

Prestvik, O. (2013) Hva skal til for at lærere skal ta i bruk nærmiljøet? *Kimen*, nr. 1 2013, s. 88-96.

Ramberg, I; Bryhni, I; Nøttvedt, A. (red. 2006). *Landet blir til: Norges geologi*. Trondheim: Norsk Geologisk Forening (NGF).

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.

Skinner, B. Porter, S. (1995). *The Dynamic Earth*, Wiley & Sons 3rd edition, 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](#)



En storkobbe ligger og hviler seg på drivisen ved Svalbard. Kanskje så Trondheimsfjorden slik ut for over 11 000 år siden.  
Foto Per Gätzschnann, NTNU Vitenskapsmuseet

# Fra urnordmann til steinkobbe

Av Jørgen Rosvold

Våren 1924 ble det utført planeringsarbeid på gården Aunet i Malvik. Arbeidet ble brått avsluttet da man på to-tre meters dybde plutselig støtte på et stort skjelett. I frykt for at det kunne ha foregått en forbrytelse på stedet ble lensmannen raskt kontaktet. Undersøkelsene av funnet førte ikke til noen anmeldelse, men til unik informasjon om miljøet i Trondheimsfjorden rett etter istiden.

Politiet var raskt på stedet for å undersøke beinrestene som ble antatt å stamme fra et hodeløst menneske. Skjelettet hadde ligget i blåleire og ble funnet sammen med en liten samling muslinger. Funnforholdene gjorde at lennsmannen ikke så noen videre grunn til etterforskning. I følge en notis Adresseavisen hadde heller ingen gamle folk «hørt tale om at der nogen gang er forøvet nogen forbrydelse, at der har forekommet noget naturfænomen eller været nogen begravningsplads på stedet...». Funnet ble derfor overlevert til Videnskapernes Selskap, som viste stor interesse for det.

## URNORDMANN?

Arkeologen Theodor Petersen så raskt det store potensialet i dette funnet og fikk undersøkt lokaliteten. I en notis til avisen

dagen etter skriver han at «som tidligere er uttalt, fortjener dette fund den største oppmerksomhet». Ifølge Petersen var det to muligheter: Det kunne dreie seg om en person som var tatt av et leirras; i så fall var alderen ubestemmelig. Alternativt kunne det være et lik som var blitt innleiret langt tilbake i tid, da havet stod 120 meter høyere enn i dag. Dessverre var Petersen for sent ute til å kunne foreta en skikkelig utgravning av stedet, men hans umiddelbare inntrykk gikk mot det siste. I så fall kunne det dreie seg om en av de aller første innvandrene til Norge.

Skjelettet hadde ligget i primært leie og i tilsynelatende ubrukt leirelag. Beina var svært godt bevart, men dessverre manglet kraniet. Hvis det hadde blitt funnet, ville nok tolkningen med en gang vært helt annerledes. For da funnet ble overlevert til biologen Carl Dons for analysering ble nok skuffelsen stor da det viste seg at det ikke var menneske, men en stor sel! Det kan i alle fall se slik ut, for ingen ting blir nevnt om beina etter dette. Skjelettet ble lagt bort i en kasse og ikke undersøkt igjen før pattedyrsamlingen ble gjennomgått totalt for noen år siden. Beina ble da datert og skikkelig artsbestemt.



Et av overarmsbeina til selen, perfekt bevart gjennom tusenvis av år. Under: Moderne hodeskalle av en ung storkobbe. Hadde tennene vært bevart i funnet ville det nok tidlig vært klart at dette ikke dreide seg om et menneskeskjelett.  
Foto Jørgen Rosvold, NTNU Vitenskapsmuseet



Kassen med bein ble «gjenoppdaget» nesten hundre år etter funnet. Den inneholdt en interessant historie. Foto Jørgen Rosvold, NTNU Vitenskapsmuseet

## STORKOBBENES OLDEFAR

En grundig undersøkelse av funnet viser at beina stammer fra en hannsel av arten storkobbe. Dyret døde for omkring 11 300 år siden og bekrefter i alle fall mistanken til Petersen om den høye alderen. Fra denne tidlige perioden etter istida har vi nesten ingen beinfunn i Norge, og at funnet er så godt bevart er spektakulært. De fleste beina viser lite tegn på nedbrytning og vitner om at dyret må ha blitt begravd relativt raskt i blåleire. Kanskje ble den tatt av et leirras? Det blir bare spekulasjoner rundt dødsårsaken, men ingen av beina viser noen tydelige spor etter menneskelig jakt eller rovdyr.

Storkobber er ishavsseler som tilbringer det meste av livet i pakkisen i relativt grunne arktiske farvann, hvor de i stor grad lever av bunndyr som muslinger og krabber. De er svært avhengige av isen og følger ofte iskanten sørover om vinteren og nordover igjen om sommeren. Funnet av dette skjelettet tyder på arktiske forhold i Trondheimsfjorden på denne tiden. Storkobben har trolig levd her, sammen med andre arktiske arter som isbjørn. På denne tiden hadde innlandsisen fremdeles stor utbredelse i Norge. Havnivået var som sagt høyere og Gråkallen lå som en øy i den mye bredere fjorden.

Storkobben er en av våre største seler, og den har i lang vært viktig mat for mennesker i arktiske områder. Hud, bein og tenner blir ofte brukt til redskaper og utstyr, og spekket til fyringsolje. Alderen på dette skjelettet sammenfaller i tid med de aller eldste sporene etter menneskelig aktivitet i Midt-Norge. Storkobben viser en av de resursene som ville vært tilgjengelig og var kanskje en av grunnene til at folk valgte å utforske Norskekysten så tidlig. Kanskje lå akkurat denne selen på et isflak og betraktet de første menneskene som padlet inn gjennom fjorden?

## Forfatter

Jørgen Rosvold er postdoktor ved NTNU Vitenskapsmuseet, Seksjon for arkeologi og kulturhistorie.



# 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!



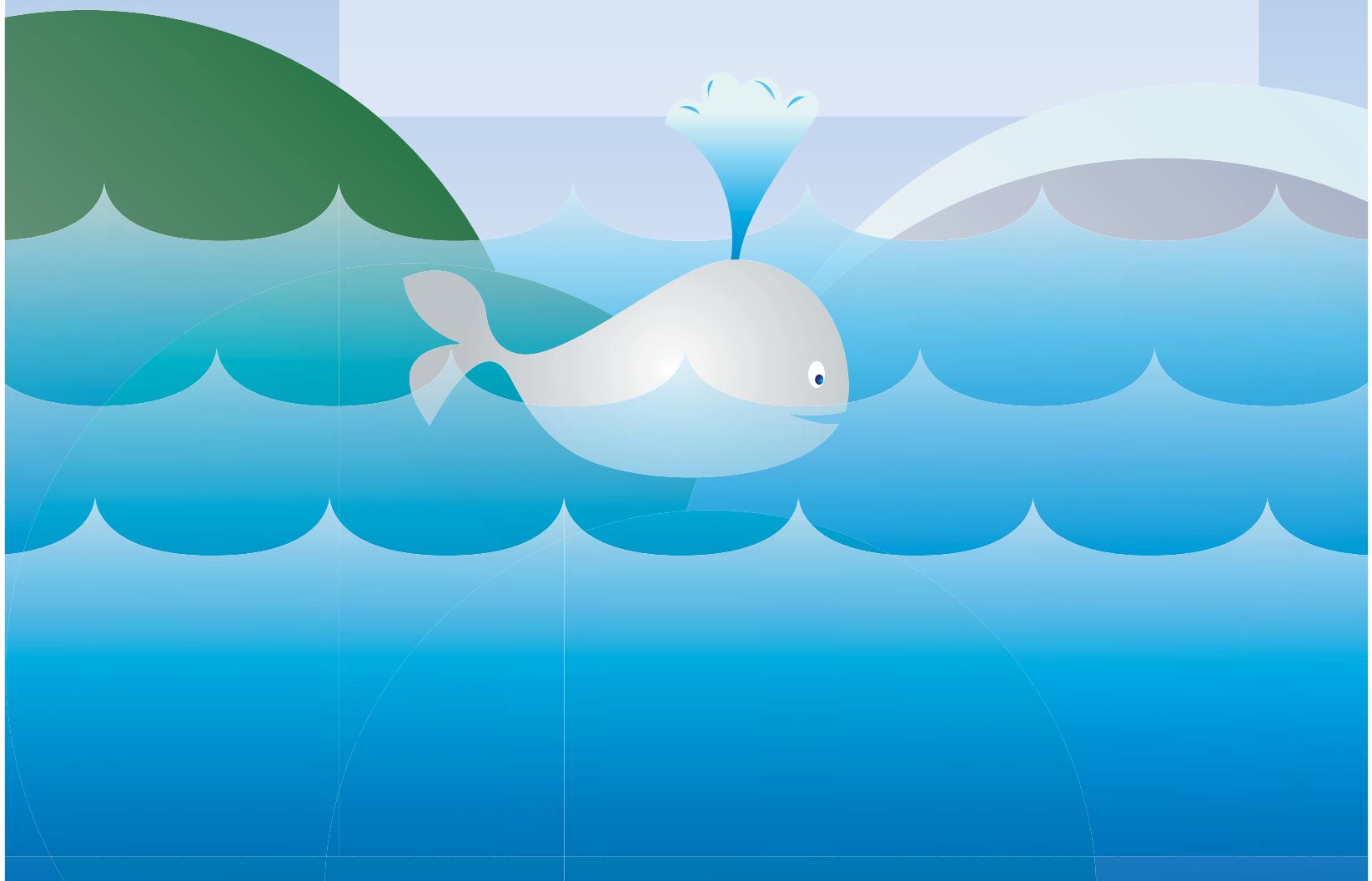
Tenk deg at du er i restauranten i Tyholtårnet: For 10.000 år siden ville det vært som å sitte i en båt og se innover mot strendene på Dragvoll og øverst på Sverresborg.

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.

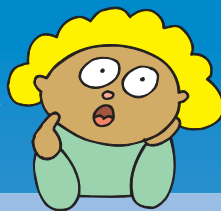
Og forresten: Her vi står nå – midt på Torget i Trondheim – forsvant saltvannet for 1700-1800 år siden.

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

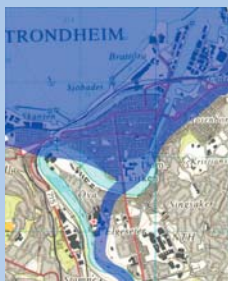
Tror du at Nidelva «alltid» har slynget seg rundt Øya ut mot Ila?  
Det stemmer nok ikke.



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.

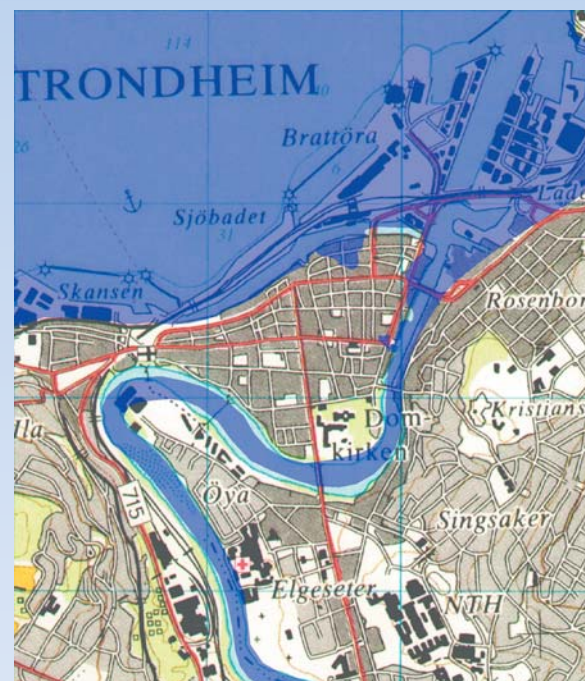


Nidelva og stranda for 2000 år siden.

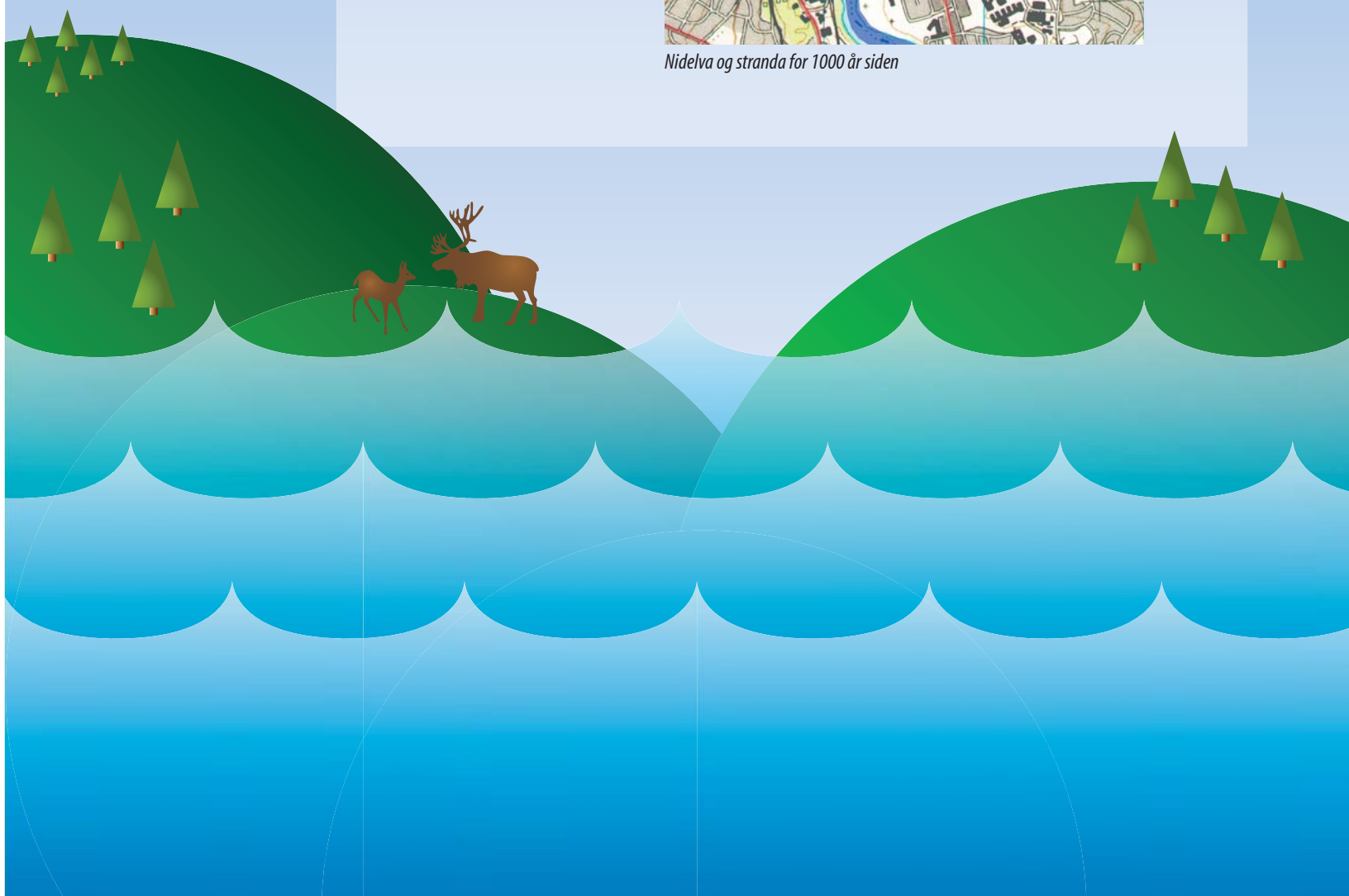
Nå til dags får elvene ofte ikke lov til å grave uhemmet og flytte på seg: Murer, peler og steinsetting hindrer dette. Ved Ila ble det satt i verk tiltak tidlig på 1700-tallet. Hadde naturen fått gå sin gang kunne Nidelva snart gravd seg ut til fjorden ved Skansen.



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).

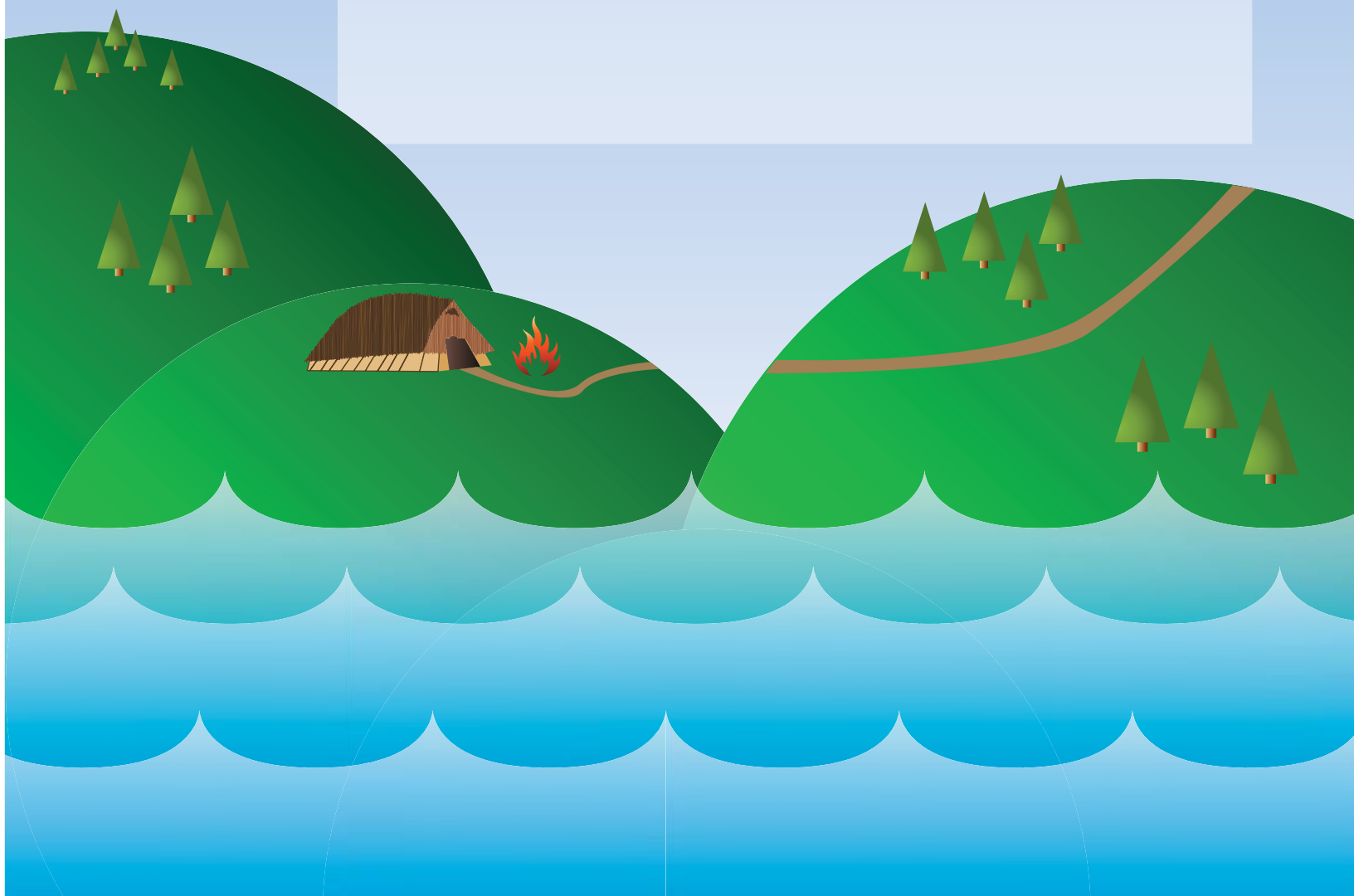


*Kvikkleire som har blitt flytende snor seg rundt en bjørk som en tykk grøt.*

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.



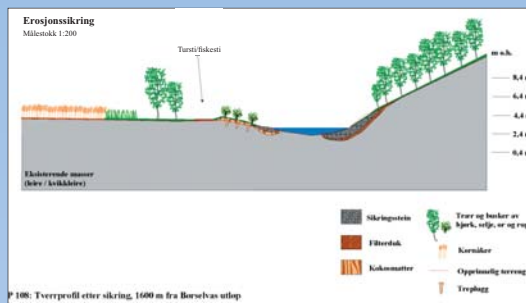
Her ser vi flere store skred- groper etter kvikkleireskred, blant annet i Sjetnemarka.



# 5. Sikring

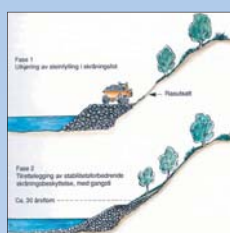


I dag går det an å sikre seg!



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 Erkebisppegården.
- 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)



NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE  
· NGU ·

Norges geologiske undersøkelse  
Postboks 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse  
Leiv Eirikssons vei 39  
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)