

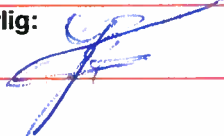
GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·



Rapport nr.: 2015.066	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Geologi i skolen - Oppgaver for Geofag (X) 1 og 2 for Tiller videregående skole i Trondheim, Sør-Trøndelag.			
Forfatter: Guri V. Ganerød, Elisabeth Blom Solheim og Thomas Haugen		Oppdragsgiver:	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Trondheim	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 133	Pris: 130 kr
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført: Sommer 2015	Rapportdato: Desember 2015	Prosjektnr.: 352700	Ansvarlig: 

Sammendrag:

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har laget oppgaver for Geofag (X) 1 og 2 for Tiller videregående skole i Trondheim kommune, Sør-Trøndelag. Oppgavene er tilrettelagt for Tillerområdet, men de kan også tilrettelegges for andre områder i Norge.

NGU har etablert et samarbeid med Tiller 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, finne lokaliteter til feltarbeid og å lage oppgaver til både klasseroms- og feltarbeid som gjør funnene interessante.

Geofag er et fag hvor observasjoner og erfaring ute i felt er viktig, dvs. observere og dokumentere funn utendørs ved hjelp av kart og beskrivelser for senere å sette funnene i sammenheng og forstå hvilke prosesser som skjer. Geofaget er et fag som kombinerer geologi og naturgeografi, samt oseanografi, meteorologi og hydrologi. I dette prosjektet har fokus vært geologi med bruk av kart, både til orientering og kartlegging. Flere av oppgavene innebærer å lage egne kart, først tegne for hånd og deretter rentegne digitalt med kartprogram.

Takk til Ola M. Sæther (NGU) for korrekturlesing av rapporten.

Emneord: Geologi	Geofag	Oppgaver
Geotop	Kartlegging	Videregående skole
Berggrunnsgeologi	Kvartærgeologi	Løsmasser

INNHOOLD

1.	Innledning – Hvorfor drive med lokalt feltarbeid i geofag?.....	1
1.1	Materialliste til Geofag	4
1.2	Til læreren ved Tiller vgs.....	4
2.	Klassifisering av bergarter	8
2.1	Magmatiske bergarter	8
2.2	Sedimentære bergarter	11
2.3	Metamorfe bergarter	13
2.4	Bergartssyklusen.....	14
3.	Landformer og prosesser - løsningsforslag	16
3.2	Landformer og prosesser - elevoppgaver.....	34
4.	Skredkartlegging i Sjetnmarka - løsningsforslag	53
4.2	Skredkartlegging i Sjetnmarka - elevoppgaver	69
5.	Løsmassekartlegging på Tiller - løsningsforslag	93
5.2	Løsmassekartlegging på Tiller - elevoppgaver.....	107
6.	Bergarter - "Stripete, prikkete og lag på lag - løsningsforslag	125
6.2	Bergarter - "Stripete, prikkete og lag på lag - elevoppgaver.....	129
7.	Nyttige lenker.....	132
8.	Kilder	133



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



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

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

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

Utdanningsdirektoratet har definert begrepet *geotop* som et avgrenset geografisk område som beskriver karakteristiske forhold ved berggrunn, landformer, vann, løsmasser og lokalklima (Utdanningsdirektoratet, 2006). Geotopen er en læringsarena som supplerer klasserommet og tekststudier. Elevene får en smakebit på hvordan geofaglig kunnskap blir til gjennom å utføre feltarbeid. På denne måten får de kjenne på hva det innebærer å arbeide innenfor geofaglige yrker. Slik kan geotoparbeidet både bidra til å gjøre geofaglig kunnskap relevant for elevene i dagliglivet, og introdusere dem til et fagfelt som kanskje kan være et aktuelt yrkesvalg i fremtiden. Bruk av lokalt feltarbeid i undervisningen vektlegges

også avslutningsvis under formålet med geofaget: *”I geofag bør den enkelte få erfare naturvitenskapelige forskningsmetoder gjennom egne aktiviteter knyttet til det lokale naturmiljøet”* (Utdanningsdirektoratet, 2006).

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

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

Siden lokalt feltarbeid viser seg å ha positiv læringseffekt (Frøyland og Remmen, 2013), er feltoppgavene til de ulike videregående skolene i Trondheimsområdet laget med utgangspunkt i geologiske fenomener i skolens nærmiljø. Hver skole med sin beliggenhet har sin særegne type geologi. Det er funnet flere *gode* geotoper. En *god* geotop kjennetegnes av at den kan besøkes flere ganger, men med ulikt fokus (Frøyland og Remmen, 2013). Dette vil hjelpe elevene til å se at geofaglige prosesser henger sammen og at naturen er sammensatt. En god geotop kjennetegnes også ved at elevene selv kan utføre feltarbeidet, og at det kan forenes med noe elevene kjenner igjen fra før. Feltoppgavene er derfor praktisk anlagt og mindre lærerstyrt. Det legges opp til utforskende arbeidsmåter

med høy elevaktivitet. “Den klassiske ekskursjonen, med læreren som forklarer og peker, og elever som lytter og ser, er vanligvis ikke et opplegg for uteundervisning som kan anbefales” (Prestvik, s. 93, 2013).

Lykke til med feltarbeidet!

Grunnleggende ferdigheter

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

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

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

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

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

(Utdanningsdirektoratet, 2006)

Geotop brukes i geologien om lokalitetstyper med karakteristiske bergarter, geologiske lag eller fossiler. I skolesammenheng er en geotop et geografisk avgrenset område som ligger i gang- eller sykkelavstand til skolen og som har lokaliteter som kan brukes til oppgaver, både

i klasserommet (kart) og i felt (ute). Avgrensingen av geotopene til Tiller videregående skole er gjort i samråd med lærerne for Geofag ved skolen. Det er tatt hensyn til at Geofag (X) 1 og 2 gjerne har 4 skoletimer (3 timer) sammenhengende undervisning og oppgavene er begrenset til avmålt tid.

1.1 Materialliste til Geofag

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

Valgfritt:

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

1.2 Til læreren ved Tiller vgs.

Tiller vgs. er omgitt av flere spennende geologiske fenomener knyttet til kvartærgeologiske prosesser (dvs. siste 2,5 millioner år og hovedsakelig siste tjuetusen år). Ved Hårstad Minde kan man studere mange karakteristiske landformer som skredgroper, ravineterreng, leirlandskap og breelv-terrasser. Det finnes oppgaver der elevene skal kartlegge disse. Ved Øvre Leirfoss er det også gode eksempler på påbegynte jettegryter som vitner om vannets eroderende kraft i fjellet. Det har vært naturlig å lage oppgaver om kvikkleire da dette er et

aktuelt tema i Tiller-området. I forbindelse med utbygging og arealplanlegging er denne kartleggingen utrolig viktig. Skredet i Sjetnmarka vitner om de store konsekvensene av et kvikkleireskred. Her er det laget en oppgave som handler om skredkartlegging og sikringstiltak mot kvikkleireskred. På Tiller er det få bergblotninger, men derimot mye løsmasser. En oppgave handler om å kartlegge de ulike løsmassetypene som finnes på Tiller og å bli kjent med avsetninger og prosesser fra siste istid.

Feltoppgavene som er laget til Tiller 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 om man eventuelt vil kombinere noen av oppgavene, dersom dette egner seg i forhold til gjennomgått pensumstoff og tiden man har til rådighet.

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

Hver oppgave er bygd opp etter følgende inndeling;

Overskrift: Overskriften beskriver hvilket tema oppgaven tar for seg.

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

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

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

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

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

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

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

Etterarbeid: med etterarbeidet får elevene mulighet til å bearbeide materialet og resultatene de har hentet inn fra feltarbeidet. Elevene får studere teoristoffet på nytt, med nye erfaringer fra det praktiske feltarbeidet. Etterarbeidet gir større dybde innenfor fagstoffet, men det er rom for å gjøre endringer i forhold til hvordan etterarbeidet er utformet. På de forskjellige oppgavene er det laget forslag om å lage bildeserier, prosjektarbeid, rapportskrivning, utdypende teoretiske oppgaver, kartanalyse o.l. Her kan man selvfølgelig gjøre endringer om noe skulle passe bedre enn det som er foreslått. Det er heller ikke ment at man behøver å gjennomføre alle oppgavene, men at man kan gjøre et utvalg.

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

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

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

Vi har prøvd å integrere bruk av feltbok i de fleste oppgavene. Feltboka kan fungere som vurderingsgrunnlag. Det er mulig å gi skriftlige prøver som krever at elevene bruker feltboka

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

som hjelpemiddel for å kunne løse oppgavene. Dette kan motivere elevene til å bruke tid på å skrive gode notater i felt og i tillegg bearbeide resultatene under etterarbeidet. Feltboka kan være et nyttig hjelpemiddel før en eventuell muntlig eksamen.

Kartene til oppgavene ligger under "Elevoppgaver".



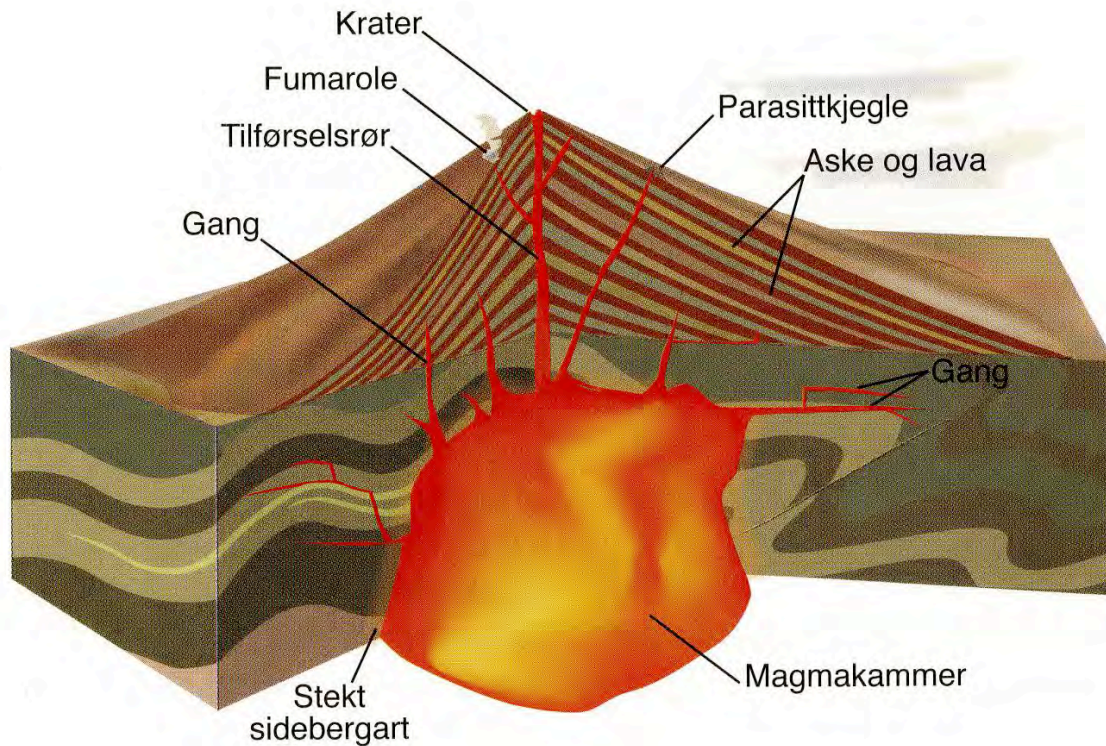
2. Klassifisering av bergarter

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

2.1 Magmatiske bergarter

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

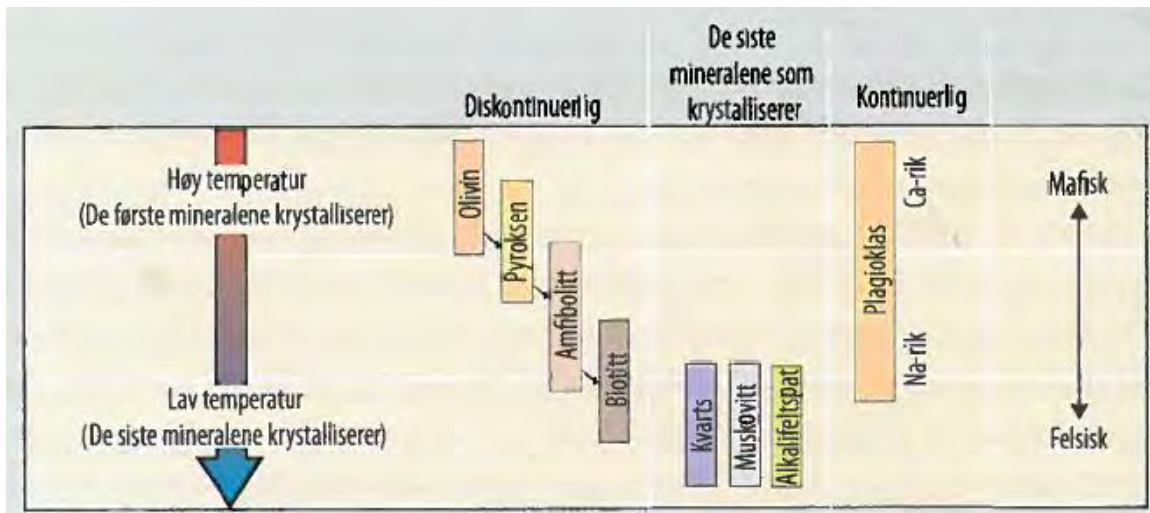
Magma som ikke når opp til overflaten vil størkne i jordskorpa og bli til intrusive bergarter, også kalt dypbergarter. Disse bergartene består av store krystaller (dvs. er grovkrystalline) fordi mineralene har størknet sakte, og mineralene lager krystaller som er lett å se; et eksempel er granitt som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



Figur 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).

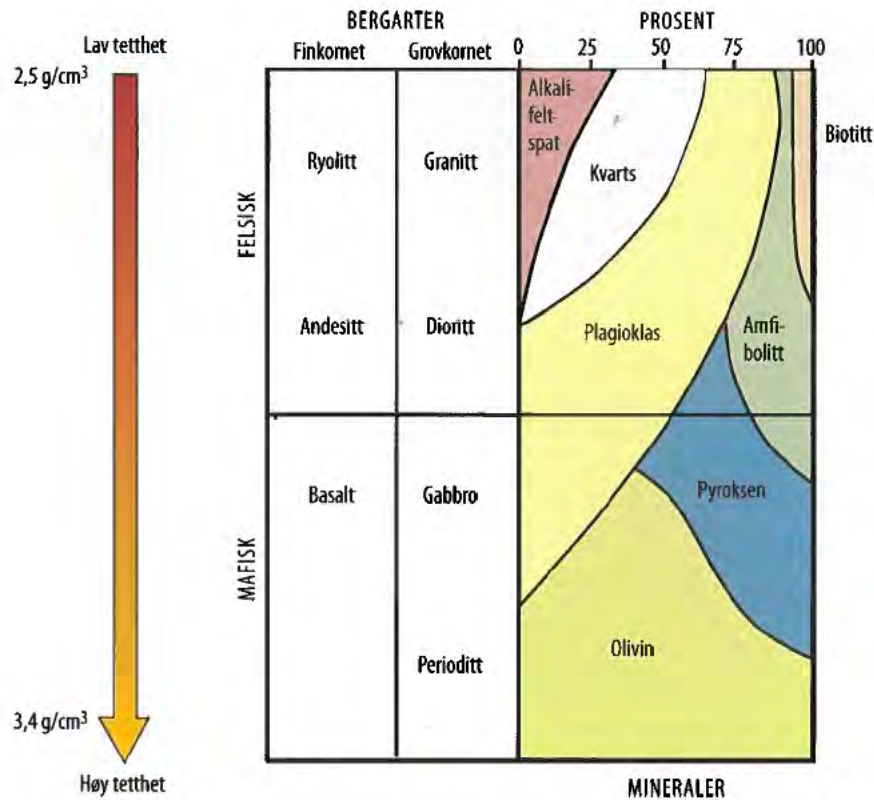
Gabbro er en mørk, tung og grovkornig dybbergart som består av hvit plagioklas, svart pyroksen, amfibolitt og olivin. Diabas og basalt har samme sammensetning som gabbro, men er henholdsvis en gangbergart og dagbergart og følgelig finkornige. Gabbro, diabas og basalt avsettes i havbunnskorpen og basalt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

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



Figur 2 Bowens reaksjonsserie viser rekkefølgen for krystallisasjon av mineraler i en steinsmelte (Karlsen, O., 2007 *Terra Mater* side 38. H. Aschehoug & Co). Denne figuren forklarer fraksjonert krystallisasjon som følge av synkende temperatur i et magmakammer.

I tillegg til fraksjonert krystallisasjon kan andre prosesser i smeltemassene gi et mangfold av bergarter. Magmaer kan blande seg, splittes og endres i sammensetning, f.eks ved at sidebergarten begynner å smelte og tilføres magmaen. Det er mineralinnholdet som bestemmer hva slags bergart som dannes. Bergartene deles inn i **felsisk** og **mafisk** bergart (Figur 3) hvor **felsisk** (eng: felsic) kommer av ordene **felt**spar + **silica** (kvarts) + **isk** som har lys farge og inneholder hovedsakelig lyse mineraler som kvarts, feltspat og plagioklas (grå-hvit til rosa farge). Disse bergartene er sure fordi de inneholder mye SiO_2 (silisiumoksid = kvarts). **Mafisk** (eng: mafic) kommer av ordene **ma**gnesium + **fer**ric (jern) + **isk** som har mørk farge og inneholder mineraler som olivin, pyroksen, og amfibol og har grønn til brun/svart farge. Betegnelsen "grovkornet" bergart i figuren henviser til dypbergarter som størkner sakte i dypet og får store krystaller, mens "finkornet" henviser til dagbergarter (eruptive bergarter på overflaten) som avkjøles fort og får veldig små krystaller (Figur 3). I tillegg har mørke, jern- og magnesiumrike mineraler større egenvekt enn lyse, SiO_2 -rike mineraler (Figur 3).



Figur 3 Navnet på ulike finkornete og grovkornete magmatiske bergarter og deres innhold av mideraler i prosent (Karlsen, O.(2007) *Terra Mater* side 37. Aschehoug & Co).

2.2 Sedimentære bergarter

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

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

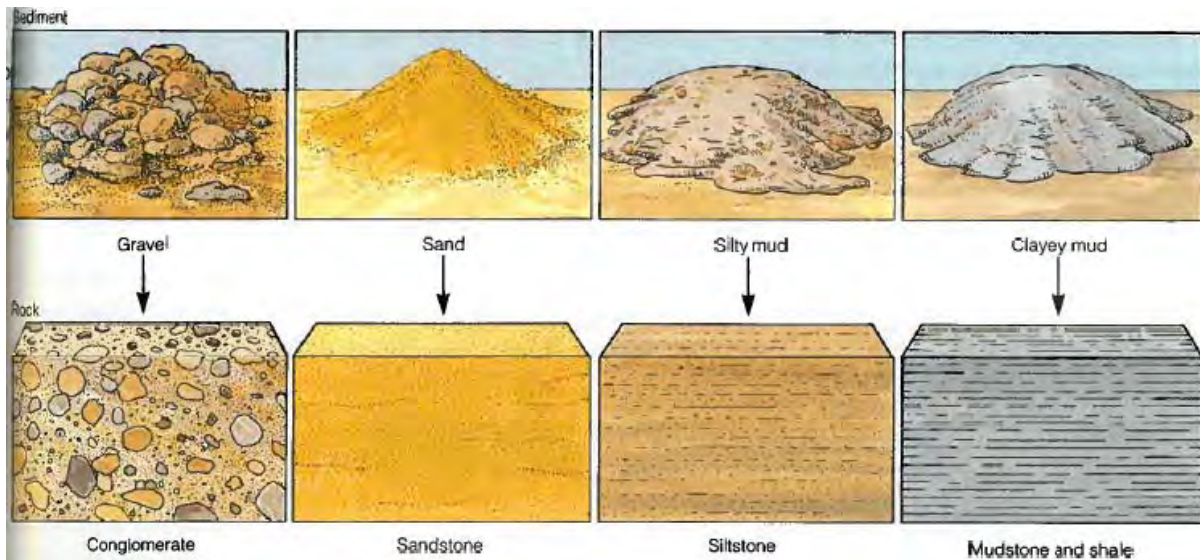
Figur 4. Klassifisering av sedimenter etter kornstørrelse (dvs. største diamenter) (Karlsen, O.(2007) *Terra Mater* side 44. Aschehoug & Co). Partikler fra størrelse sand og grovere kan sees uten hjelpemiddel. Silt kan "kjennes" mellom fingrene og for å teste om det er leire eller silt kan materialet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

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

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

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

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



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

2.3 Metamorfe bergarter

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

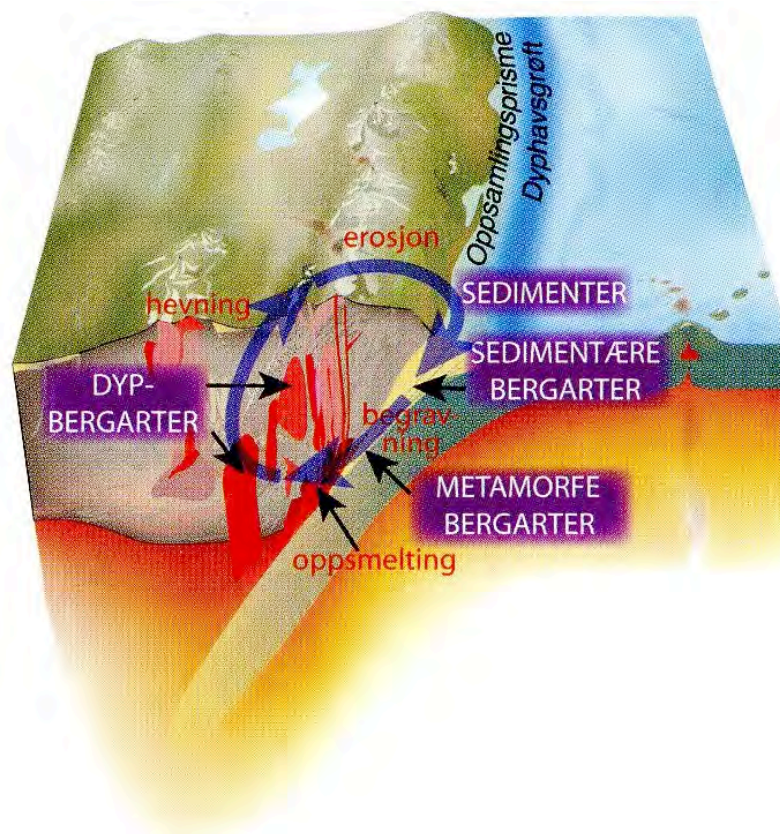
Metamorfosen av bergarten kan foregå ved regionalmetamorfose der bergarter utsettes for økende trykk og temperatur, f. eks. under fjellkjededannelse, ved at de blir skjøvet eller foldet dypt nede i jordskorpen. . Mineraler omkrystalliseres og kan lage tydelige bånd og lag i bergarten, og på grunn av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

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

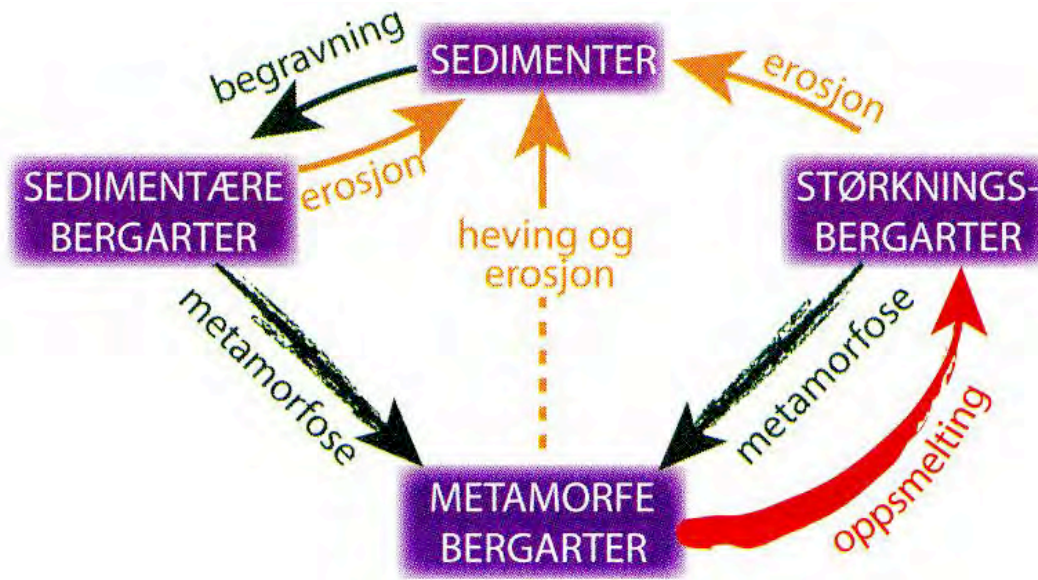
2.4 Bergartssyklusen

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

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



Figur 6. Dannelse av bergarter er i en evig syklus. Figur av Fossen (2008, se side 74).



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

3. Landformer og prosesser - løsningsforslag



Figur 7: Landformer og prosesser. Hentet fra: <http://www.airphotona.com/image.asp?imageid=9813>

Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med ulike landformer som finnes omkring Tiller vgs. Gjennom feltarbeidet skal elevene studere skredgroper, breelvavsetninger med terrasser, spor etter marin grense og ravinelandskap. Målet er at elevene skal kunne forklare prosessene som ligger bak dannelsen av disse landformene og kunne forklare dannelsen av de karakteristiske landformene.

Kompetansemål:

Målet for opplæringen er at elevene skal kunne...

- Lese og bruke topografiske kart i ulik målestokk og gjøre enkel kartanalyse (Geografi)
- Hva er høydekote (dvs. isolinje, kontur) og ekvidistanse?
- Bruke digitale kart og geografiske informasjonssystem(GIS) (Geografi)
- Gjøre observasjoner og registreringer av geografiske tema på ekskursjon eller feltarbeid og bruke dette til å se natur og samfunn i sammenheng (Geografi)
- Forklare hvordan indre og ytre krefter former landskapet, og kjenne igjen typiske landformer i Norge (Geografi)
- Observere, beskrive og navngi landskapsformer dannet av isbreer, og vurdere hvilke prosesser som kan føre til disse formene (Geofag 1/Geofag X).

- Gjøre rede for sammenhenger mellom berggrunn, landformer og geologiske ressurser i et valgt område (Geofag 1/Geofag X).

Pensumstoff som dekkes i denne oppgaven:

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

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

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

Temaer:

Landformer
Ravinelandskap
Skredgrop
Breelavsetninger
Marin grense
Elvevifte

Utstyrsliste:

Løsmassekart over Tiller og omegn (husk å ta med dette ut i felt)
Blyant
Feltbok
Kamera

3.1.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Løsmassekart:

a) Studer løsmassekartet over området ((Utsnitt fra Løsmassekart over Trondheim M 1:50.000, vedlegg til Gråstein nr.5, Figur 18). Det er tre løsmassetyper som dominerer i Tiller-området. Hvilke?

Breelavsetninger (oransje), marine avsetninger (blå) og torv- og myr(brunt).

b) Bruk tegnforklaringen på kartet til å finne ut hvordan de ulike avsetningene er dannet (Figur 19). Overfør tabellen nedenfor til til feltdagboken din, og fyll den ut. Husk å ta med deg løsmassekartet ut -på feltarbeidet.

Løsningsforslag:

Løsmasstype	Dannelsesprosess
<i>Morenemateriale</i>	<i>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.</i>
<i>Elve- og bekkeavsetning (fluvial avsetning)</i>	<i>Materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. De mest typiske formene er elvesletter, terrasser og vifter. Sand og grus dominerer, og materialet er sortert og rundet. Materialet er også vanligvis lagdelt.</i>
<i>Breelavsetninger</i>	<i>Disse er avsatt fra breelver og består mest av grus, sand og noe leire. I Norge er breelavsetningene avsatt fra smeltevann ved slutten av siste istid. De er våre viktigste sand- og grusressurser, men er veldig grovkornete og næringsfattige til å være den beste dyrkningsjorden.</i>
<i>Havavsetninger</i>	<i>Alle sedimenter som avsettes på havbunnen fra kysten ut til dyphavet. Består som oftest av silt og leire.</i>
<i>Torv og myr (organisk materiale)</i>	<i>Organisk jord dannet av døde planterester. En myr er et flatt, sumpig landområde der det øverste laget består av av omdannede planterester, torv.</i>

Oppgave 2 - Marin grense i Trondheim

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

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

b) Hva er den marine grense i Trondheim?



Ca. 175 m.o.h.

3.1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter ved Hårstad Minde, markert med en rød ring på Figur 8.



Figur 8: Hårstad Minde.

Oppgave 1 - Sammenligning av landskap og løsmassekart:

- Orienter løsmassekartet (Figur 18) slik at det stemmer med det du ser foran deg.
- Hvordan vil du beskrive områdene som er avmerket blått på løsmassekartet?
- Breelavsetninger (oransje farge på kartet) vises ofte i landskapet som terrassekanter, hauger eller større avsetninger av sand og grus. Ser du spor etter dette i landskapet foran deg?
- Det er bygd gårder på disse terrassene. Kan du finne gårder i landskapet som ligger på omtrent samme høyde?

3. Landformer og prosesser - løsningsforslag



Oppgave 2 - Markere landformer på panoramabilde:

Bruk panoramabildet (Figur 9) som viser landskapet foran deg.



Figur 9: Hvilke landformer ser du foran deg?

Marker følgende på bildet:

- Terrassekantene på samme nivå
- Overgangen mellom fast fjell og løsmasser i dalsidene. Hva tror du dette skillet kalles?

Skillet mellom løsmasser og fast fjell her i Trøndelag vil være en indikasjon på marin grense. Marin grense angir det høyeste nivået som havet nådde etter siste istid. I Trondheim ligger det på ca. 175 m.o.h. Høyden avhenger av hvor man er i Norge og den varierer mellom null og 220 meter over dagens havnivå.

Oppgave 3 - Skredgrop:

Tillerområdet har vært utsatt for mange skred opp gjennom historien. På kartet markerer geologene skred som en strek med tapper/tagger på. Finn skredgropen på kartet og sammenlign med det du ser i landskapet. Tegn inn skredgropen på bildet under.



Figur 10: Skredgroper kjennetegnes ved bratte raskanter (=skredkanter).

Løsningsforslag:



Oppgave 4 - Elvevifter (alternativ):

Gå langs Tiller-ringen og gjør et kort stopp langs jordet.

Se om du ser småskala elvevifter langs veien, slik som på bildet under. Hva slags prosess tror du ligger bak dannelsen av denne småskala landformen?

Hvordan kan du se for deg at denne prosessen kan foregå i større skala?



Figur 11: Småskala ellevifte. Her ser vi hvordan vannet har forgrenet seg utover på en "elveslette".

3.1.3 Etterarbeid

Oppgave 1 - Marin grense i Trondheim

Bruk det vedlagte topografiske kartet (Figur 24) til å tegne inn marin grense for Trondheimsområdet. Dette gjøres ved å tegne linjer langs høydekurvene som tilsvarer samme høyde som marin grense. Stemmer dette med det du fant ute i felt?

Oppgave 2 - Sammenligning av landskap og kart

a) Ta fram bildene fra feltarbeidet der du markerte ulike terrasser, skredgroper og marin grense. Bruk det blanke kartet (Figur 24) og "oversett" denne informasjonen inn på kartet ved å tegne inn skredgroperne og fargelegge områder med terrasser og evt. leirområder. Lag din egen tegnforklaring.

b) Sammenlign kartet ditt med NGU sitt løsmassekart over området (Figur 18). Hvordan stemmer kartet ditt med det fra NGU?

Her er også en oppskrift på hvordan du finner kartet:

Gå inn på www.ngu.no

Under "KART OG DATA" klikk på "KARTINNSYN"

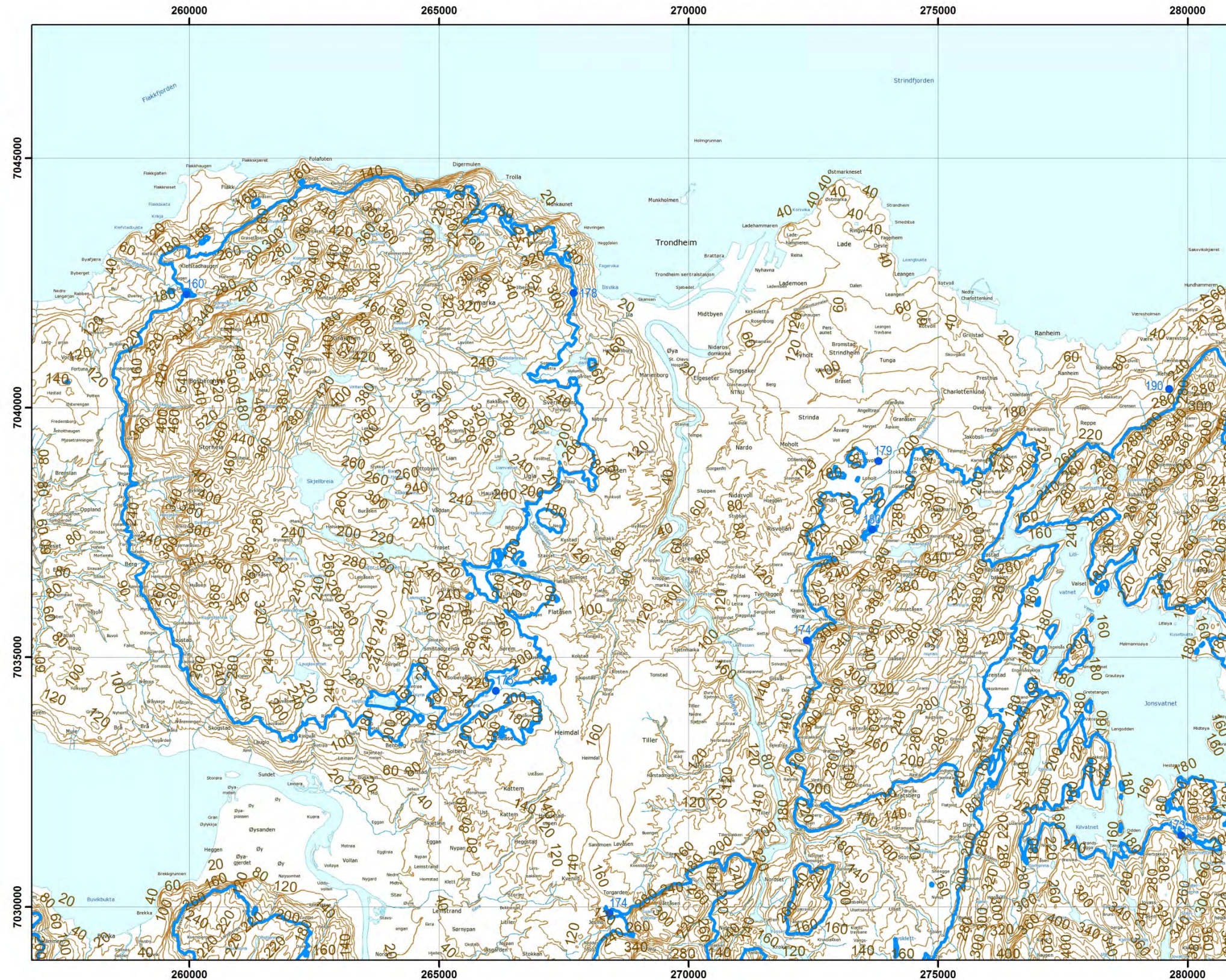
Her kan man velge ulike typer kart, f.eks. LØSMASSER. Trykk på "Gå til kart".

3. Landformer og prosesser - løsningsforslag



Landformer og prosesser - løsningsforslag

Topografisk kart Trondheim



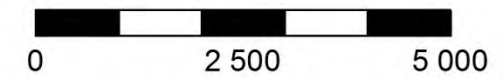
Tegnforklaring

- Marin grense (m.o.h.)
- Marin grense
- Høydekurve N50

Målestokk 1:75 000

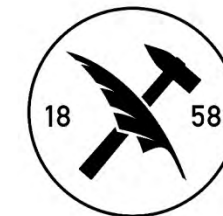
1 cm = 1 km

Ekvidistanse 20 m



Meter

WGS 1984 UTM sone 33N



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE

- NGU -

Løsning finnes også på <http://www.ngu.no/kart-og-data/kartinnsyn> under LØSMASSER OG MARIN GRENSE

3.1.4 Ekstraoppgaver til "Landformer og prosesser"

Dette er oppgaver ment som enkeltlokaliteter som fint kan kombineres med de andre hovedoppgavene eller som enkeltoppgaver for seg selv. Vi har valgt å kalle dette for ekstraoppgaver da vi mener de absolutt er verd et besøk, men at det er hovedoppgavene som gir mest valuta for tiden investert.

Oppgave 1

a) Steinsetting av Nidelva- Øvre Leirfoss

Følg gangveien på vei ned mot kraftverket ved Øvre Leirfoss.

Legg merke til at Nidelva er steinsatt. Hva tror du er årsaken til dette?

Man steinsetter elva som en sikringstiltak for å hindre erosjon, slik at man bl.a. hindrer at elva graver videre ned og utover på sidene og at nye kvikkleireskred utløses. Steinsetting vil også hindre flom og det gjør at man kan "styre" Nidelva sitt løp. Vi ser også at Nidelva er steinsatt ned mot byen.



Figur 12: Steinsetting av Nidelva

b) Jettegryter ved Øvre Leirfoss - Erosjon av vann i fjell

Følg gangstien på vei mot dammen ved Øvre Leirfoss og gå over dambroen til andre siden. Gå ned til gressplenen som vist på Figur 13.



Figur 13: Gressplenen ved Øvre Leirfoss (rød ring) der man kan se etter jettegryter.

Se om du kan se påbegynte jettegryter som på bildet under (Figur 14).

Visste du forresten at...

En *jettegryte* er en glatt sylindrisk fordypning i bergoverflaten opp til 60 m dyp. Den er dannet ved sliping med en eller flere steiner som vannet har satt i roterende bevegelse. I Norge ble mange jettegryter dannet i elveløp ved avslutningen av siste istid, eller langs kysten da havet stod høyere enn i dag (Sigmond m.fl. 2013).



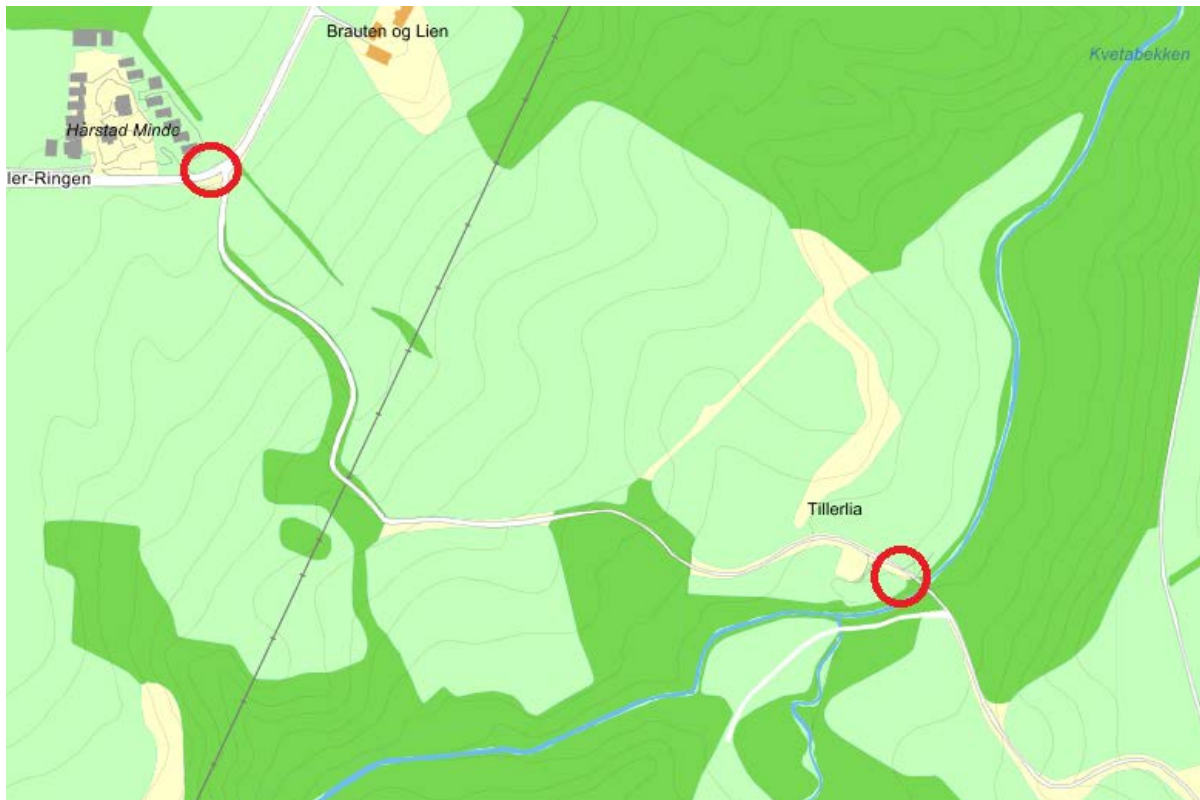
Figur 14: Påbegynte jettegryter. Bergarten i området er grønnstein.



Figur 15: Her kan man stå for å se jettegryter.

Oppgave 2 - Ravinedannelse

Start ved Hårstad Minde og følg stien nedover jordene i ravinlandskapet ned til bekkeløpet (Figur 16).



Figur 16: Kartet viser stien i ravinlandskapet mellom Hårstands Minde og Tillerlia.

a) Hvordan endrer landskapet seg mens du beveger deg ned til bekken? Tenk på vegetasjon og helning.

Landskapet skråner ned mot bekken/bekkeløpet og vegetasjonen skifter fra dyrket mark til skog/annen vegetasjon nærmest bekken. Vi ser et eksempel på en typisk ravinedal med bratte kanter som skyldes bekkens nedskjæring. Området nærmest bekken egner seg ikke til oppdyrking.

b) Vi studerer nå en typisk ravinedal. Hva er typiske kjennetegn for en ravine?

En ravine er en liten V-formet dal eller kløft som går rett nedover en skråning og er utformet av rennende vann i løsmasser. Ofte vil det gå en bekk langs bunnen av ravinen (Sigmond m.fl., 2013).

c) Hva tror du er årsaken til at landskapet ser slikt ut her?

Landskapet er skadet av erosjon fra elver eller bekker som har skåret seg ned i løsmassene og utformet et landskap med bratte skråninger.

d) Man skiller mellom en skredgrop og en ravine. Hvordan vil du skille disse to i forhold til utseende og dannelsesmåte?

En skredgrop er en grop som er dannet ved at store masser av kvikkleire har rent ut. Gropen er pære- eller sirkelformet, og ofte med en trang åpning ved utløpet (Sigmond m.fl., 2013).

En ravine er som beskrevet over, en liten V-formet dal eller kløft som går rett nedover en skråning og er utformet av rennende vann i løsmasser.

e) Hvordan vil du vurdere skredfaren her, og hvordan ville du ha sikret for å hindre utglidning og skred?

Bekken eroderer naturlig og skråningene er bratte. Underkutting av skråninger og skred kan dermed skje. Vurdering av skredfaren er vanskelig, men eleven bør forstå at bratte skråninger og erodering fra bekker øker skredfaren. Et eventuelt skred vil begrenses til nede i selve ravinen, men ravinen blir større på begge sider.

Generelle stabiliserende tiltak mot kvikkeleireskred: Erosjonssikring, stabiliserende fyllinger, heving av elve-/bekkeleie, bakkeplanering, utslaking av bratte partier, drenering i bratte skråninger, grunnforsterkning, bruk av lette masser, beplantning/vegetasjon.

3.2 Landformer og prosesser - elevoppgaver



Figur 17: Landformer og prosesser. Hentet fra: <http://www.airphotona.com/image.asp?imageid=9813>

Utstyrliste:

Løsmassekart over Tiller og omegn (husk å ta med dette ut i felt)

Blyant

Feltbok

Kamera

3.2.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Løsmassekart:

a) Studer løsmassekartet (Utsnitt fra Løsmassekart over Trondheim M 1:50.000, vedlegg til Gråstein nr.5, Figur 18). Det er tre løsmassetyper som dominerer i Tiller-området. Hvilke?

b) Bruk tegnforklaringen (Figur 19) på kartet til å finne ut hvordan de ulike avsetningene er dannet. Før tabellen under inn i feltboken din, og fyll den ut. Husk å ta med deg løsmassekartet ut i feltarbeidet.'

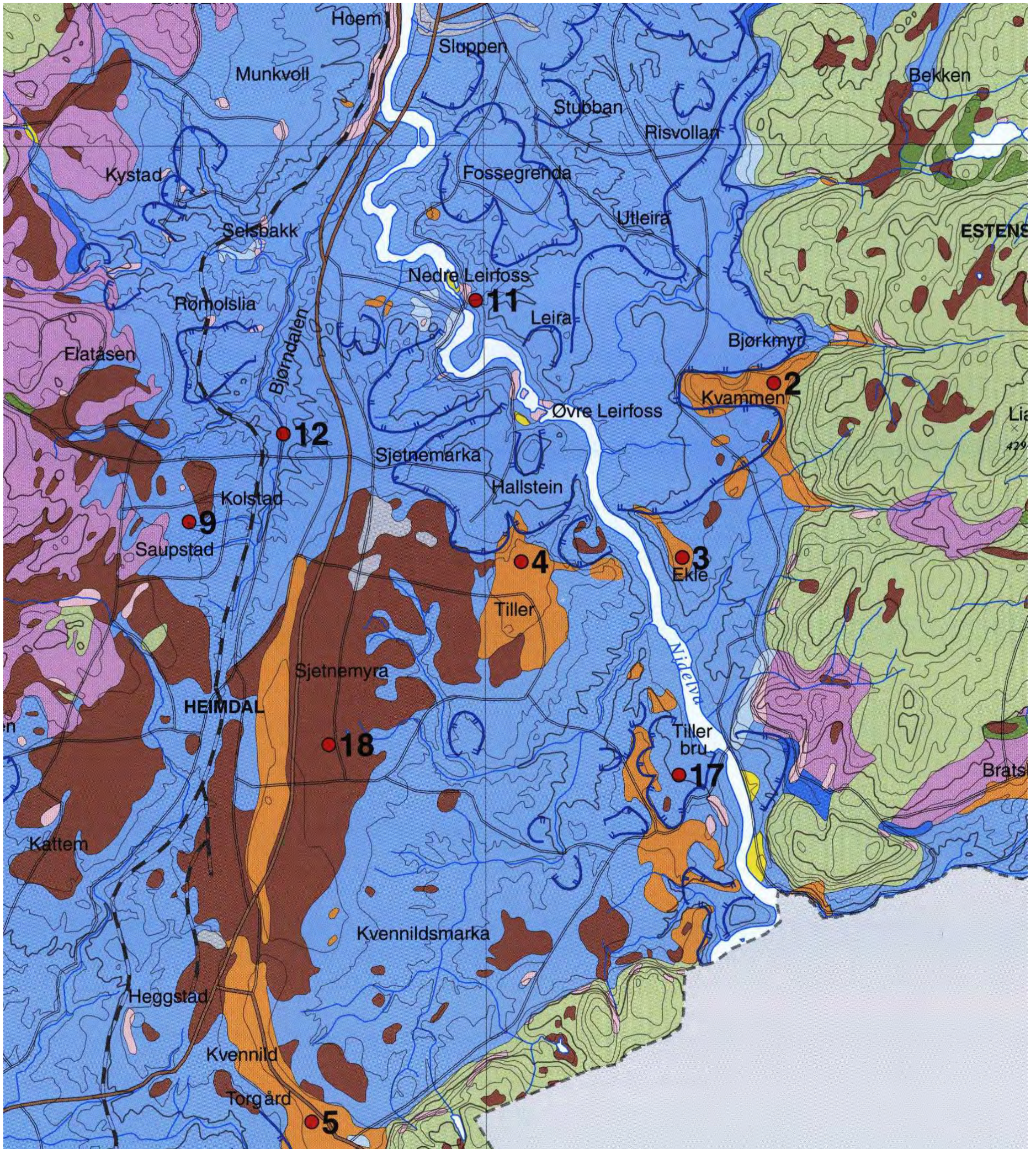
Oppgave 2 - Marin grense i Trondheim

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

b) Hva er den marine grense i Trondheim?

Løsmasstype	Dannelsesprosess
<i>Morenemateriale</i>	
<i>Elve- og bekkeavsetning (fluvial avsetning)</i>	
<i>Breelavsetninger</i>	
<i>Havavsetninger</i>	
<i>Torv og myr (organisk materiale)</i>	





Figur 18: Løsmassekart over Tiller. Utsnitt fra løsmassekart Trondheim M 1:50.000 fra Gråsteinen 5 (NGU). Tegnforklaring er vist under, Figur 19.

LØSMASSER

Løsmassene er dannet i slutfasen av siste istid og etter isavsmeltingen. De fleste løsmassetyperne kan bare dannes av breer eller smeltevann fra breer, eller ved senere erosjon og omlagring av slike avsetninger. Det fins også løsmasser som er dannet på stedet etter isavsmeltingen, som f. eks. torvjordarter og forvitningsmateriale.

Løsmassene er inndelt etter dannelsesmåten. Det er de ulike geologiske prosessene som avspeiles ved fargebruken på kartet. Som eksempel gis alle løsmasser som er avsatt av isbreer grønne farger, materiale avsatt av rennende vann orange og gule farger og hav- og fjordavsetninger blå farger. For enkelte avsetningstyper, f. eks. morenemateriale brukes i tillegg en underinndeling etter tykkelse ved hjelp av mørk og lys fargetone.

TEGNFORKLARING

-  **Morenemateriale, sammenhengende dekke**, er dannet ved at isbreene har revet løs, transportert og avsatt stein, grus, sand og leire. Dette materialet er oppklistret og malt mellom breens såle og underlaget, og er vanligvis usortert og hardt pakket.
-  **Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke**, brukes for områder med tallrike fjellblotninger (grunnlendte områder); dannelsesmåte se ovenfor.
-  **Randmorener** er ryggformede avsetninger av morenemateriale dannet ved brekanten under framstøt eller stillstand.
-  **Breelavsetninger** er dannet ved at smeltevann fra breene gravde i løsmasser eller berggrunn, transporterte materialet og avsatte det der strømhastigheten avtok. Dette skjedde både under isbreene, langs iskanten og foran breen, særlig hvor breelvene munnet ut i datidens fjorder. Breelavsetningene er lagdelte, og består for det meste av grus og sand.
-  **Hav- og fjordavsetninger** er finkornige løsmasser bunnfelt i havet. Avsetningstypen ble stort sett dannet under isavsmeltingen, da breelvene førte store mengder slam ut i fjordene. Strandforskyvning og elveerosjon har senere ført hav- og fjordavsetninger til lavere nivå eller ut i dagens fjorder. Avsetningstypen består som regel av siltig leir og leirig silt.
-  **Marine strandavsetninger** er dannet ved bølgevasking i strandsonen. Avsetningstypen ligger oftest som et tynt dekke over andre løsmasser eller berggrunn. Kornstørrelsen varierer mellom blokk og sand, men grus og sand er vanligst.
-  **Hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen** brukes for områder med både hav- og fjordavsetninger og strandavsetninger hvor det forekommer tallrike fjellblotninger (grunnlendte områder). Kornstørrelsen veksler mellom grus og leire.
-  **Elve- og bekkeavsetninger** er dannet etter isavsmeltingen ved at rennende vann har gravd, transportert og avsatt løsmasser. Avsetningstypen er vanlig langs vassdragene og hvor elvene har munnet ut/munner ut i fjorder og innsjøer. Avsetningstypen er lagdelt og består stort sett av grus og sand.
-  **Forvitningsmateriale** er dannet på stedet ved fysisk eller kjemisk nedbryting av berggrunnen. Det er en gradvis overgang mellom løsmasser og underliggende berggrunn. Tykkelsen er vanligvis såvidt liten at alle arealer er kartlagt som usammenhengende eller tynt dekke, selv om den ved foten av skråninger kan være flere meter.
-  **Torv og myr** dannes hvor planterester hopper seg opp raskere enn de brytes ned, f. eks. på grunn av høyt grunnvannspeil og liten fordampning. Eksempler på dannelsesmåte er gjenvoksing av tjern, torvdannelse direkte på fuktig mark eller ved forsumping av fastmark.
-  **Fyllmasser** består enten av materiale tilført av mennesker eller løsmasser som er så sterkt påvirket av menneskets aktivitet at det ikke lenger er mulig å bestemme den opprinnelige avsetningstypen.
-  **Bart fjell** er brukt for arealer som stort sett mangler løsmasser. Det kan stedvis være et tynt humusdekke over berggrunnen uten at dette er angitt på kartet.
-  **Skredgroper/skredkanter** er forsenkninger eller bratte skråninger etter kvikkleireskred.
-  **6** **Spesielt interessante lokaliteter**, se egen tekst.

Figur 19: Tegnforklaring til løsmassekart Trondheim M 1:50 000.

3.2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter ved Hårstad Minde, markert med en rød ring på Figur 8.



Figur 20: Hårstad Minde.

Oppgave 1 - Sammenligning av landskap og løsmassekart:

a) Orienter løsmassekartet (Figur 18) slik at det stemmer med det du ser foran deg.

b) Hvordan vil du beskrive områdene som er avmerket blått på løsmassekartet?

c) Breelavsetninger (oransje farge på kartet) vises ofte i landskapet som terrassekanter, hauger eller større avsetninger av sand og grus. Ser du spor etter dette i landskapet foran deg?

d) Det er bygd gårder på disse terrassene. Kan du finne gårder i landskapet som ligger på omtrent samme høyde?

Oppgave 2 - Markere landformer på panoramabilde:

Bruk panoramabildet (Figur 21) som viser landskapet foran deg.



Figur 21: Hvilke landformer ser du foran deg?

Marker følgende på bildet:

- Terrassekantene på samme nivå
- Overgangen mellom fast fjell og løsmasser i dalsidene. Hva tror du dette skillet kalles?

Oppgave 3 - Skredgrop (= rasgrop):

Tillerområdet har vært utsatt for mange skred opp gjennom historien. På kartet markerer geologene skred som en strek med tapper/tagger på. Finn skredgropen på kartet og sammenlign med det du ser i landskapet. Tegn inn skredgropen på bildet under.



Figur 22: Skredgroper kjennetegnes ved bratte raskanter..

Oppgave 4 - Elvevifter (alternativ):

Gå langs Tiller-ringen og gjør et kort stopp langs jordet.

Se om du ser småskala elvevifter langs veien, slik som på bildet under. Hva slags prosess tror du ligger bak dannelsen av denne småskala landformen?

Hvordan kan du se for deg at denne prosessen kan foregå i større skala?



Figur 23: Småskala elvevifte. Her ser vi hvordan vannet har forgrenet seg utover på en "elveslette".

3.2.3 Etterarbeid

Oppgave 1 - Marin grense i Trondheim

Bruk det vedlagte topografiske kartet over Trondheim (under) til å tegne inn marin grense for Trondheimsområdet. Dette gjøres ved å tegne linjer langs høydekurvene som tilsvarer samme høyde som marin grense. Stemmer dette med det du fant ute i felt?

Oppgave 2 - Sammenligning av landskap og kart

a) Ta fram bildene fra feltarbeidet der du markerte ulike terrasser, skredgroper og marin grense. Bruk de blanke kartet over Tillerområdet (under) og “oversett” denne informasjonen inn på kartet ved å tegne inn skredgropene og fargelegge områder med terrasser og evt. leirområder. Lag din egen tegnforklaring.

b) Sammenlign kartet ditt med NGU sitt løsmassekart over området (Figur 18). Hvordan stemmer kartet ditt med det fra NGU?

Her er også en oppskrift på hvordan du finner kartet:

Gå inn på www.ngu.no

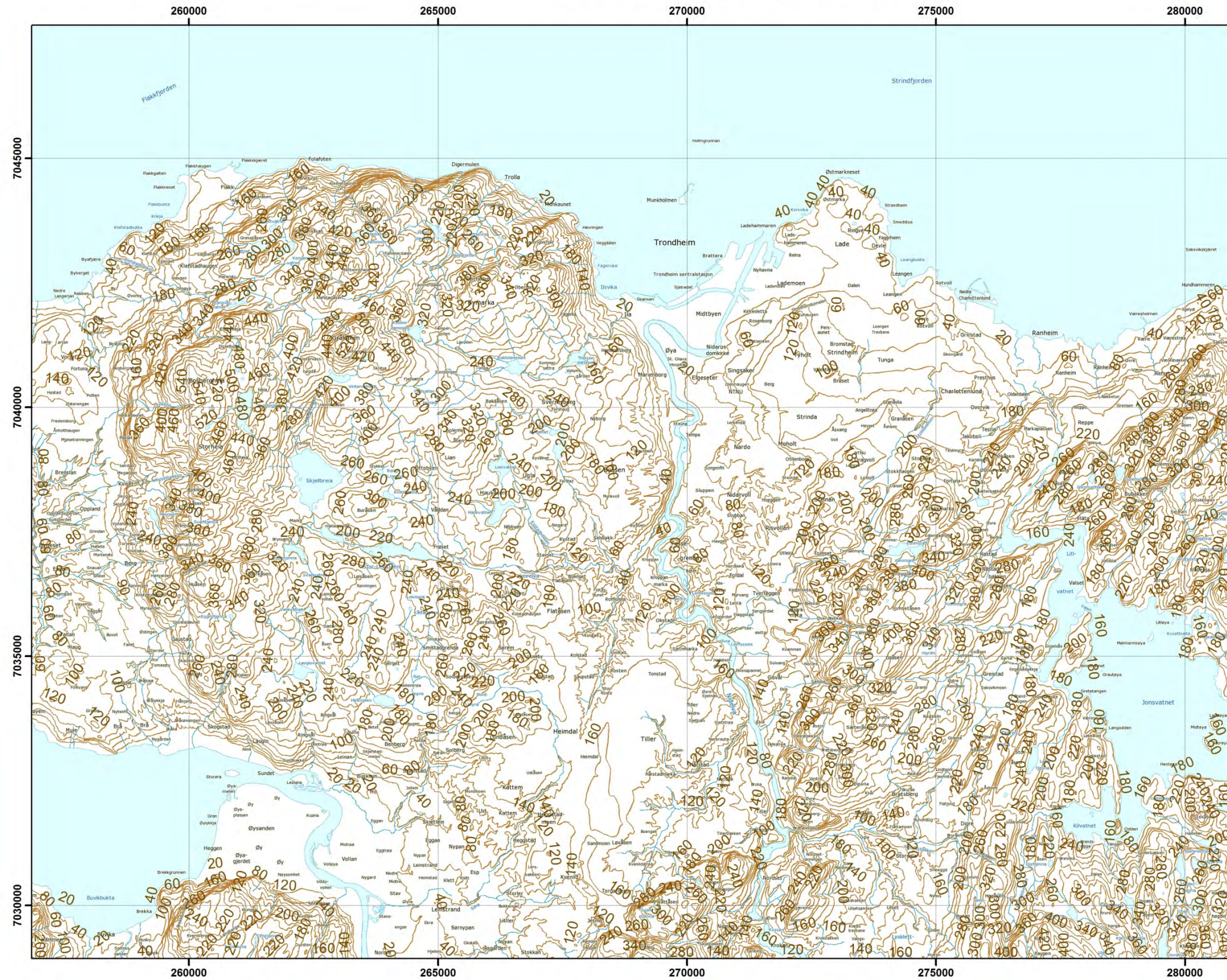
Under “KART OG DATA” klikk på “KARTINNSYN”

Her kan man velge ulike typer kart, f.eks. LØSMASSER. Trykk på “Gå til kart”.



Landformer og prosesser - elevoppgaver

Topografisk kart Trondheim



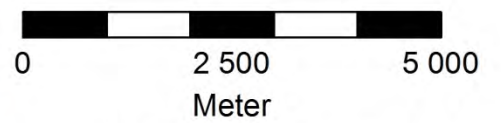
Tegnforklaring

— Høydekurve N50

Målestokk 1:75 000

1 cm = 1 km

Ekvidistanse 20 m



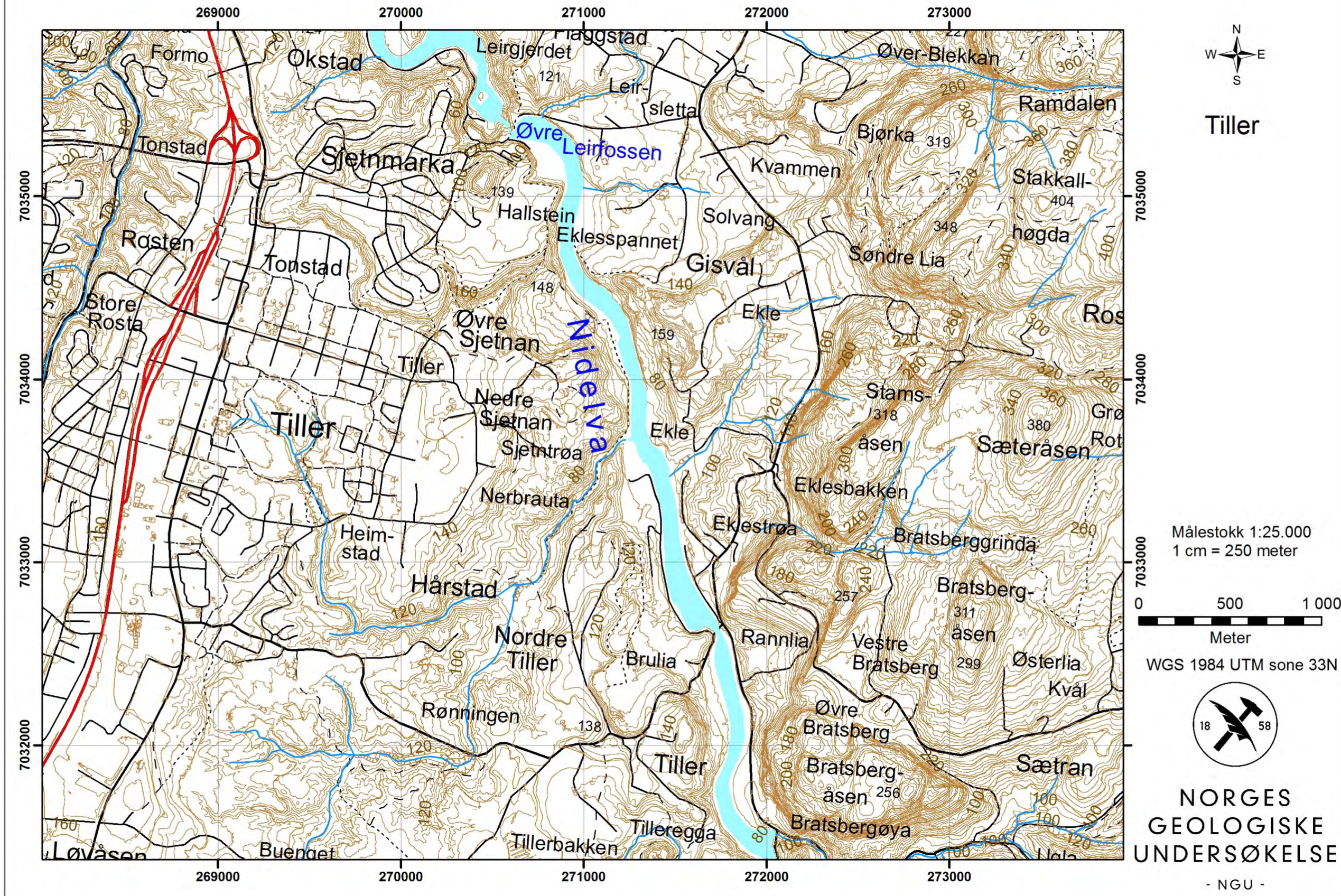
WGS 1984 UTM sone 33N



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

- NGU -

Landformer og prosesser - elevoppgaver



3.2.4 Ekstraoppgaver til "Landformer og prosesser"

Dette er oppgaver ment som enkeltlokaliteter som fint kan kombineres med de andre hovedoppgavene eller som enkeltoppgaver for seg selv. Vi har valgt å kalle dette for ekstraoppgaver da vi mener de absolutt er verd et besøk, men at det er hovedoppgavene som gir mest valuta for tiden investert.

Oppgave 1

a) Steinsetting av Nidelva- Øvre Leirfoss

Følg gangveien på vei ned mot kraftverket ved Øvre Leirfoss.

Legg merke til at Nidelva er steinsatt. Hva tror du er årsaken til dette?



Figur 24: Steinsetting av Nidelva

b) Jettegryter ved Øvre Leirfoss - Erosjon av vann i fjell.

Følg gangstien på vei mot dammen ved Øvre Leirfoss og gå over dambroen til andre siden. Gå ned til gressplenen som vist på Figur 13.



Figur 25: Gressplenen ved Øvre Leirfoss (rød ring) der man kan se etter jettegryter.

Se om du kan se påbegynte jettegryter som på bildet under (Figur 14).

Visste du forresten at...

En *jettegryte* er en glatt sylindrisk fordypning i bergoverflaten opp til 60 m dyp. Den er dannet ved sliping med en eller flere steiner som vannet har satt i roterende bevegelse. I Norge ble mange jettegryter dannet i elveløp ved avslutningen av siste istid, eller langs kysten da havet stod høyere enn i dag (Sigmond m.fl. 2013).



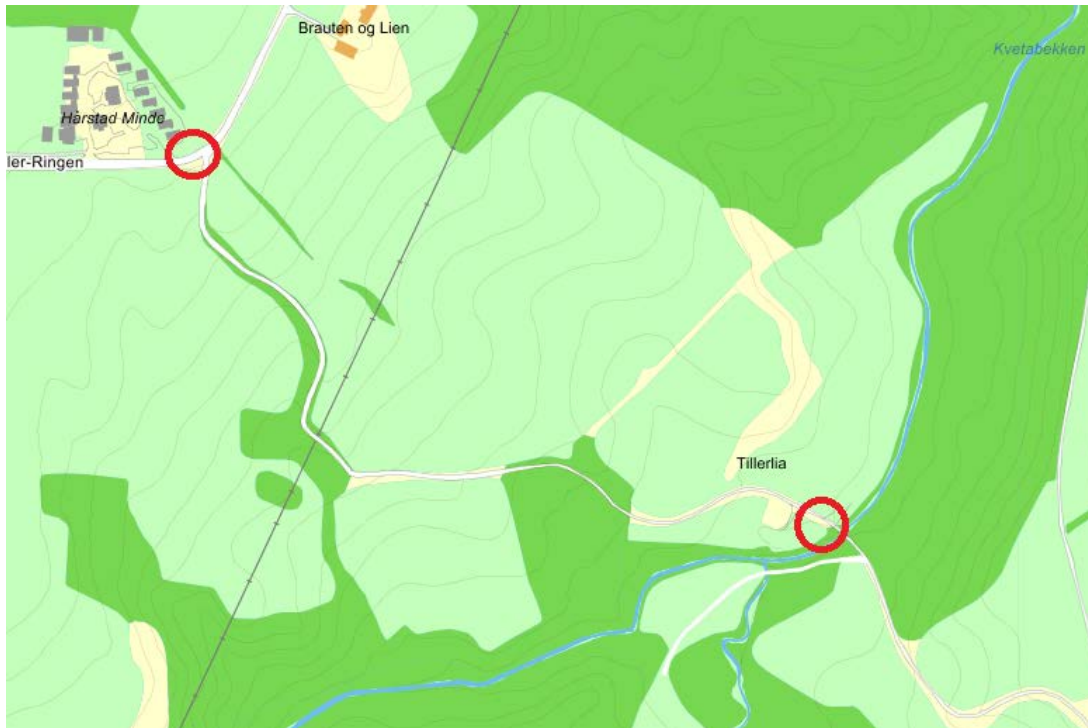
Figur 26: Påbegynte jettegryter. Bergarten i området er grønnstein.



Figur 27: Her kan man stå for å se jettegryter.

Oppgave 2 - Ravinedannelse

Start ved Hårstad Minde og følg stien nedover jordene i ravinlandskapet ned til bekkeløpet (Figur 16).



Figur 28: Kartet viser stien i ravinlandskapet mellom Hårstand Minde og Tillerlia.

- Hvordan endrer landskapet seg mens du beveger deg ned til bekken? Tenk på vegetasjon og helning.
- Vi studerer nå en typisk ravinedal. Hva er typiske kjennetegn for en ravine?
- Hva tror du er årsaken til at landskapet ser slikt ut her?
- Man skiller mellom en skredgrop og en ravine. Hvordan vil du skille disse to i forhold til utseende og dannelsesmåte?
- Hvordan vil du vurdere skredfaren her, og hvordan ville du ha sikret for å hindre utglidning og skred?

4. Skredkartlegging i Sjetnmarka - løsningsforslag



Figur 29: Kvikkleireskred. Hentet fra: <http://www.ngi.no/no/Arkiv/Aktualiteter---ARKIV/Kvikkleireskred-skyldes-oftest-mennesker/>

Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal bli kjent med hvilke utfordringer som finnes på Tiller i forbindelse med kvikkleire. Gjennom feltarbeidet skal elevene kartlegge en gammel skredgrop og de skal lære å se spor i landskapet etter gamle skred. Målet er at elevene skal forstå prosessene som fører frem til kvikkeleireskred og raviner. De skal lære om viktigheten av å kartlegge områder i forbindelse med f.eks. utbygging, og bli kjent med sikringstiltak som gjøres for å forhindre kvikkleireskred.

Kompetansemål:

Målet for opplæringen er at elevene skal kunne...

- Lese og bruke kart i ulike målestokk og gjøre enkel kartanalyse (Geografi)
- Beskrive forskjellige skredtyper og drøfte årsaker til skredene (Geofag 1/Geofag X)
- Planlegge, gjennomføre, presentere og vurdere forsknings- og feltarbeid i en geotop (Geofag 2).

Pensumstoff som dekkes i denne oppgaven:

Kap. 8: Skred. Lærebok i Geofag 1 (Karlsen, 2007).

Kap. 11: Vurdering av skredfare. Lærebok i Geofag 2 (Karlsen, 2008).

Temaer:

Skredkartlegging
Kvikkleireskred
Ulike typer kart

Utstyrliste:

Feltbok
Blyant
Spade
Kart

Innledning:

Etter siste istid begynte landet å heve seg og marine avsetninger ble dermed tørt land. Kvikkleireskredene har i denne tiden vært med på å forme leirbakkelandskapet under den marine grensen. Sammen med bekke- og elveerosjon har skredene dannet et ravinelandskap med et nettverk av elver, bekker og skredgroper.

Forhistoriske skredgroper er mulig å finne gjennom kartstudier og feltkartlegging. På et vanlig kart er det mulig å se skredgroper ut fra høydekurvene. Med et LIDAR-kart er det enklere å se høydeforskjeller og landformer. LIDAR-målinger er høyttoppløselige fjernmålinger, basert på avstanden til fysiske objekter, som jordoverflaten. Med dette kartet er det enklere å se forsenkninger og høyder i landskapet, da man kan se gjennom vegetasjon og andre forstyrrelser. Kartet viser også tydelig forskjell mellom berggrunn og løsmasser.

Vurdering av skredfare er en vanskelig problemstilling. Hvordan skal en kunne skille mellom et skred som har en sannsynlighet på 1/100, 1/1000 eller 1/5000 hendelser per år når dette er mye lenger enn vår levetid? En forstår at det er viktig med god kartlegging av gamle skredgroper og skredavsetninger som kan fortelle noe om alder og størrelse på skredet. Geologer bruker kartverktøy og feltkartlegging til å kunne bestemme utløpsdistansen på skred og til å sette grenser for hvor langt eventuelle skred kan nå.

4.1.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Kvikkleire i Trondheim

Les artikkelen i lenken under:

http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu_forskningstorget_06.pdf

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

Oppgave 2 - Studering av kart - kvikkleireskred

Studer løsmassekartet over Tiller (ligger under elevoppgaver).

a) Hvordan er skredgroper/skredkanter avmerket på et løsmassekart?

En strek med tagger/tapper på. De er gjerne skålformet eller pæreformet.



b) Studer LIDAR-kartet for Sjetnmarka (1:9 000, ligger under elevoppgaver). Hvilke spor kan man lete etter for å finne gamle kvikkleireskred? Hvordan skiller disse seg fra f.eks. bekkenedskjæringer?

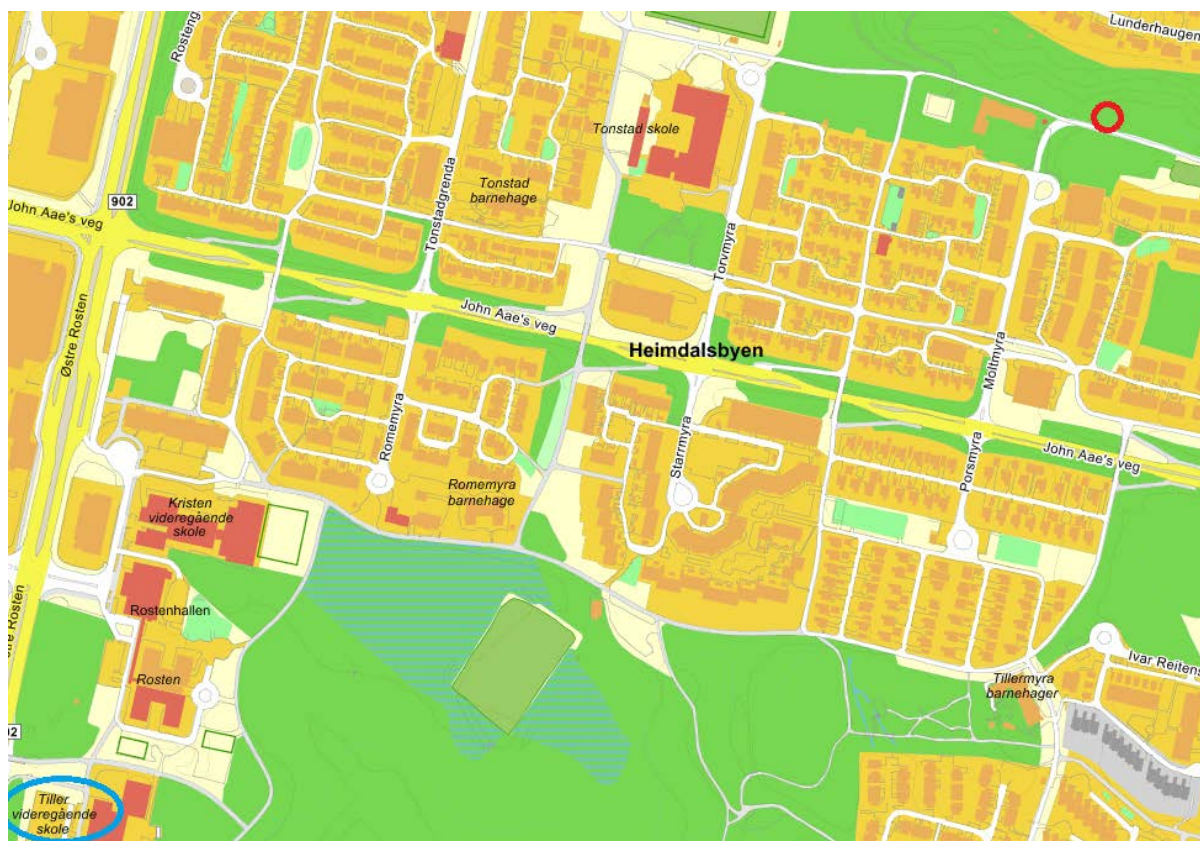
Skredgroper er gjerne skålformet eller pæreformet, mens bekkenedskjæringer ikke vil ha denne formen og ligner mer en liten V-dal. Man kan også lete etter bratte terrassekanter.

c) Studer LIDAR-kartet over Tiller (1:25 000, ligger under elevoppgaver). Du skal finne spor etter gamle kvikkleireskred på dette kartet. Marker skredgropene inn på det vedlagte kartet.

Langs Nidelva ved Tillerbrua, i Sjetnmarka og Hallstein, i nærheten av Hårstad gård, ved Kvammen og ved Leira.

4.1.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter ved rasteplassen "Hvilebenk", som er avmerket på kartet (Figur 30).



Figur 30: Kartet viser beliggenheten av lokaliteten ved "Hvilebenk"(rød ring).



Figur 31: Rasteplassen "hvilebenk". Her starter feltarbeidet.

Oppgave 1 - Form og utseende av skredgrop

Nå står du på skredkanten til et stort kvikkleireskred som gikk i Sjetnmarka i forhistorisk tid.

Hvordan vil du beskrive formen og utseendet til skredgropen og skredkanten rundt? Skisser på det blanke kartet (ligger under elevoppgaver).

Skredkanten er skålformet med bratte skråkanter.

Visste du forresten at...



Havnivået i Trondheim etter siste istid stod opp til Tyholttårnet

Hvor ble det av alt vannet?

Oppgave 2 - Studering av løsmasser fra skredkant

Se om du finner et utgravd *profil* like ned i skråningen nedenfor benken. Hvis du ikke finner det er det trolig fylt igjen, og du må grave et nytt. Hva slags materiale tror du skredkanten består av?

Breelvmateriale - sand og grus.



Figur 32: Et profil er et utgravd dybdesnitt

Oppgave 3 - Skredrisiko

Legg merke til at det er bygd et boligfelt i bunnen av skredgropa. Tror du det er trygt å bo der i dag?

I følge faresonekartene fra NVE over Sjetnmarka er faren for nye kvikkleireskred lav, men konsekvensene er alvorlige om noe skulle skje (se også risikokart), siden det bor så mange folk der. Sjetnmarka er en forhistorisk skredgrop, og det er grunn til å tro at det i dag er relativt trygt å bo i Sjetnmarka, siden det har gått så lang tid uten at massene har vært i bevegelse.

Følg stien ned langs skredkanten til Sjetnmarka (se Figur 33). Du skal til lekeplassen (Figur 34) som er avmerket på kartet. Ta deg tid underveis til å markere skredkanten inn på kartet.



Figur 33: Veibeskrivelse fra "Hvillebenk" til Sjetnmarka.



Figur 34: Lekeplassen i Sjetnmarka. Den røde ringen markerer den lille haugen der du kan se om du finner et ferdig utgravd snitt.

Oppgave 4 - Studering av løsmasser fra skredgrop

a) Før du begynner å grave skal du gjette hva slags løsmasstype (blokk, stein, grus, sand, silt, leire) du tror du finner her.

b) Grav et profil og undersøk hva slags løsmasstype du finner her.

Tips: Se om du finner et profil som er ferdig utgravd på lekeplassen.

Vi finner tydelige spor etter marine avsetninger i bunnen av skredgropa, noe som var forventet, da det var et kvikkleireskred. Vi finner altså mye leire og noe silt.

Visste du forresten at...



Ved å riste på en klump av leire kan man vise at leire holder godt på vannet. Etter hvert vil små svetteperler oppstå på leirklumpen og man ser at man blir fuktig i håndflaten. Siden leire holder godt på vannet (og er mineralrik!) egner den seg derfor godt som dyrkningsjord.

4.1.3 Etterarbeid

Oppgave 1 - Kartlegging av skredgrop:

Finn fram feltnotatene, og tegn eventuelt ferdig skredgropa i Sjetnmarka på kartet ditt. Sammenlign dine observasjoner med løsmassekartet over Trondheim. Stemmer det overens med det du observerte i felt?

Oppgave 2 - Utbredelse av skredet:

a) Studer løsmassekartet over Sjetnmarka. Hvorfor stoppet skredet i Sjetnmarka akkurat der det gjorde? Hint: tenk på hva slags løsmasser vi finner i området.

Nidelva har skåret seg dypt ned i leiravsetninger og forverret stabilitetsforholdene ved Sjetnmarka. Dette har ført til at det har gått store kvikkleireras. Skredet stoppet akkurat der det gjorde, fordi det møtte på mye mer stabile masser, som breelvmateriale (består av sand og grus).

b) Bruk det topografiske kartet (ligger under elevoppgaver) til å anslå hvor mange meter over havet toppen av skredet (skredkanten) ligger, og hvor mange meter over havet bunnen av skredet ligger. Hint: studer høydekotene. Finn ut hvordan du kan bruke dette til å finne ut hvor høy skredkanten i Sjetnmarka er (*mektigheten* av skredet).

*Man studerer høydekotene ved toppen av skredkanten og i bunnen av Sjetnmarka. Ved å ta differansen mellom disse finner man høyden på skredkanten (*mektigheten* på massene som er forsvunnet). Skredkanten er ca. 100-120 m høy.*

Oppgave 3 - Vurdering av skredfare i forhold til dagens utbygging:

a) I dag er det stor utbygging på Tiller. Tenk deg at du skal vurdere områder på Tiller som egner seg godt til utbygging. Som geolog vet du at breelavsetninger er stabilt materiale og god byggegrunn, mens marine avsetninger er utsatte områder i forhold til kvikkleireskred. Bruk løsmassekartet til å bestemme hvor det er forsvarlig å bygge.

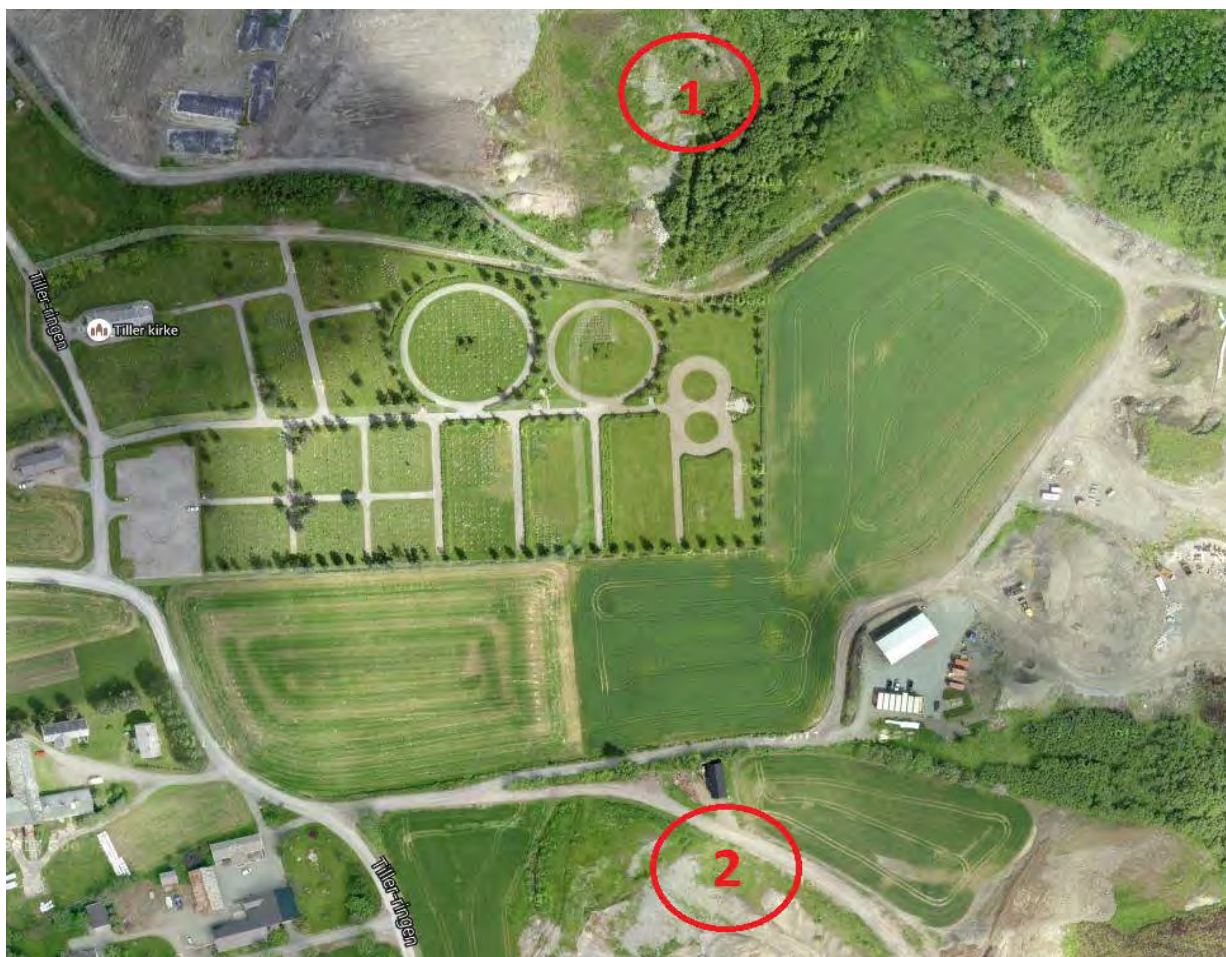
Det bygges ut hovedsaklig på breelavsetninger (oransje områder på kartet). Dette materialet består av sand og grus, og er godt egnet til bygningsgrunn. Marine leiravsetninger er derimot utfordrende og potensielt farlig å bruke til utbygging, spesielt om det er kartlagt kvikkleire her. I tillegg er leire god matjord, og man bør derfor benytte disse arealene til jordbruk.

b) Hvordan stemmer dette med beliggenheten av nye boligfelt og hus på Tiller?

Vi ser at store deler av nye bolighus i dag bygges på breelavsetninger.

4.1.4 Ekstraoppgaver om skred

Dette er oppgaver ment som enkeltlokaliteter som det er mulig å kombinere med de andre hovedoppgavene eller som enkeltoppgaver for seg selv. Vi har valgt å kalle dette for ekstraoppgaver da vi mener de er verd et besøk, men at det er hovedoppgavene som gir mest for tiden investert.



Figur 35: Beliggenhet av lokalitetene til oppgave 1 og 2.

Oppgave 1 - Øst for Tiller kirkegård

Denne lokaliteten befinner seg på østsiden av Tiller kirkegård, markert som lokalitet 1 på Figur 35. Beveg deg ut mot den bratte skråningen. Her ser du et tydelig søkk i terrenget. Gå ut mot kanten.

a) Hva slags landform ser du nå foran deg? Hvordan kan denne landformen ha blitt til?

Et tydelig søkk i terrenget vitner om at det her har gått et skred tidligere, og at vi nå står på skredkanten. Dette er altså en skredgrop.

b) Skråstilte og veltede trær i skråningene vitner om at det er aktivitet i området. Hva tror du denne aktiviteten kan være?

Små skred, små bekker som eroderer, jordsig. Området er også under utfylling, noe som kan redusere stabiliteten av skrenten.

c) Her har du god utsikt mot grusuttaket ved Ekle på andre siden av Nidelva (Nidelva er vanskelig å se når det er mye vegetasjon, men vi kan se at det skråner bratt i bunnen). Hva slags løsmasser tror du hentes ut her?

Breelavsetninger (oransje farge på kartet) -sand og grus.



Figur 36: Skredkanten og deler av skredgropa. På andre siden (oppe til venstre i bildet) ser man grusuttaket ved Ekle.

Informasjon om breelavsetningen ved Ekle:

Ved Ekle er det masseuttak i en stor israndavsetning som tilhører Tautratrinnet. Under grusavsetningen ligger tykke leirlag fra en tidligere fase da brefronten lå lenger sør.

Oppgave 2 - Rimol Miljøpark

Gå bort til porten ved miljøparken, markert som lokalitet 2 på Figur 35. Det er ikke tillatt å gå inn på anleggsområdet. Her skal du kun gjøre et stopp og observere.

a) Ta fram LIDAR-kartet. Studer terrengformene i dette området og anslå hva slags landform du har foran deg.

Skredgrop

b) Hva slags farge er det på løsmassekartet her?

c) Hva heter denne avsetningstypen?



Figur 37: Inngangen til Miljøparken. Det er ikke tillatt å gå inn på anleggsområdet.

Oppgave 3 - Sikring mot fjellskred/steinsprang ved Øvre Leirfoss

Gå til bergblotningen like forbi inngangen til Øvre Leirfoss kraftstasjon, markert som lokalitet 3 på Figur 38.

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



Figur 38: Øvre Leirfoss kraftstasjon.



Figur 39: Bergblotningen ved Øvre Leirfoss Kraftstasjon.

a) Se deg litt rundt omkring på bergblotningen. Hvordan vil du beskrive bergarten du har foran deg? (Tenk for eksempel på farge, struktur og oppsprekkingsgrad). Denne bergarten er veldig typisk for Trondheimsområdet - vet du hva den heter?

Hint: fargen sier noe om bergartsnavnet.

Grønnlig farge, Skifrig struktur, viser flere steder sprekker av betydelig størrelse. Bergarten er en grønnstein/grønnskifer.

b) Hvilke tegn til fjellsikring finner du i dette området?

Enkelte steder ved denne blotningen ser du små runde metallplater som er festet til berget. Dette er fjellsikring i form av bolter.

c) Hva tror du er årsaken til at man har gjort sikringstiltak her?

Flere store sprekker og svakhetssoner. Disse sprekke kan fungere som glideplan for bergpartier og føre til at de raser ut på veien dersom deres orientering er riktig. Boltene bidrar til å øke stabiliteten av bergpartiet ved å "feste" de potensielt løse blokkene i steinveggen bak.



Figur 40: Fjellsikring.

d) Hvordan vil du som ingeniørgeolog vurdere farene for skred i dette området? Hvordan vil et eventuelt skred påvirke nærområdet?

Enkelte områder bærer preg av svakhetssoner som kan fungere som utglidningsplan for løse blokker. I disse områdene bør sikring vurderes.

Samtidig bør man tenke på konsekvensene som en utglidning av et bergparti kan medføre og ta dette med i betraktningen om sikring er nødvendig. Området er ikke av de mest traffikerte, og sannsynligheten for at noen skulle befinne seg i området ved en eventuell utglidning er relativt liten. Kanskje er det derfor det ikke er foretatt flere sikringstiltak her.

Mulige konsekvenser for nærområdet ved et skredtilfelle:

Mennesker blir truffet (alvorlige personskader og tap av menneskeliv)

Skader på vei/infrastruktur (stenging av vei etc. kan få ringvirkninger)

Skader på kjøretøy og andre materielle kostnader

Oppdemning av Nidelva (--> evt. flodbølge ved dambrudd) (meget lite sannsynlig).



Figur 41: Tydelig oppsprekking.

4.2 Skredkartlegging i Sjetnmarka - elevoppgaver



Figur 42: Kvikkleireskred. Hentet fra: <http://www.ngi.no/no/Arkiv/Aktualiteter---ARKIV/Kvikkleireskred-skyldes-oftest-mennesker/>

Utstyrsliste:

Feltbok
Blyant
Spade
Kart

Innledning:

Etter siste istid begynte landet å heve seg og marine avsetninger ble dermed tørt land. Kvikkleireskredene har i denne tiden vært med på å forme leirbakkelandskapet under den marine grensen. Sammen med bekke- og elveerosjon har skredene dannet et ravinelandskap med et nettverk av elver, bekker og skredgroper.

Forhistoriske skredgroper er mulig å finne gjennom kartstudier og feltkartlegging. På et vanlig kart er det mulig å se skredgroper ut fra høydekurvene. Med et LIDAR-kart er det enklere å se høydeforskjeller og landformer. LIDAR-målinger er høytoppløselige fjernmålinger, basert på avstanden til fysiske objekter, som jordoverflaten og forskjellige punkter på denne. Med dette kartet er det enklere å se forsenkninger og høyder i landskapet, da man kan se gjennom vegetasjon og andre forstyrrelser. Kartet viser også tydelig forskjell mellom berggrunn og løsmasser.

Vurdering av skredfare er en vanskelig problemstilling. Hvordan skal en kunne skille mellom et skred som har en sannsynlighet på 1/100, 1/1000 eller 1/5000 hendelser per år når dette er mye lenger enn vår levetid? En forstår at det er viktig med god kartlegging av gamle skredgroper og skredavsetninger som kan fortelle noe om alder og størrelse på skredet. Geologer bruker kartverktøy og feltkartlegging til å kunne bestemme utløpsdistansen på skred og til å sette grenser for hvor langt eventuelle skred kan nå.

4.2.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Kvikkleire i Trondheim

Les artikkelen i lenken under:

http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu_forskningstorget_06.pdf

Oppgave 2 - Studering av kart - kvikkleireskred

Studer løsmassekartet over Tiller (1:15 000, se nedenfor).

a) Hvordan er skredgroper/skredkanter avmerket på et løsmassekart?

b) Studer LIDAR-kartet for Sjetnmarka (1:9 000, se nedenfor). Hvilke spor kan man lete etter for å finne gamle kvikkleireskred? Hvordan skiller disse seg fra f.eks. bekkenedskjæringer?

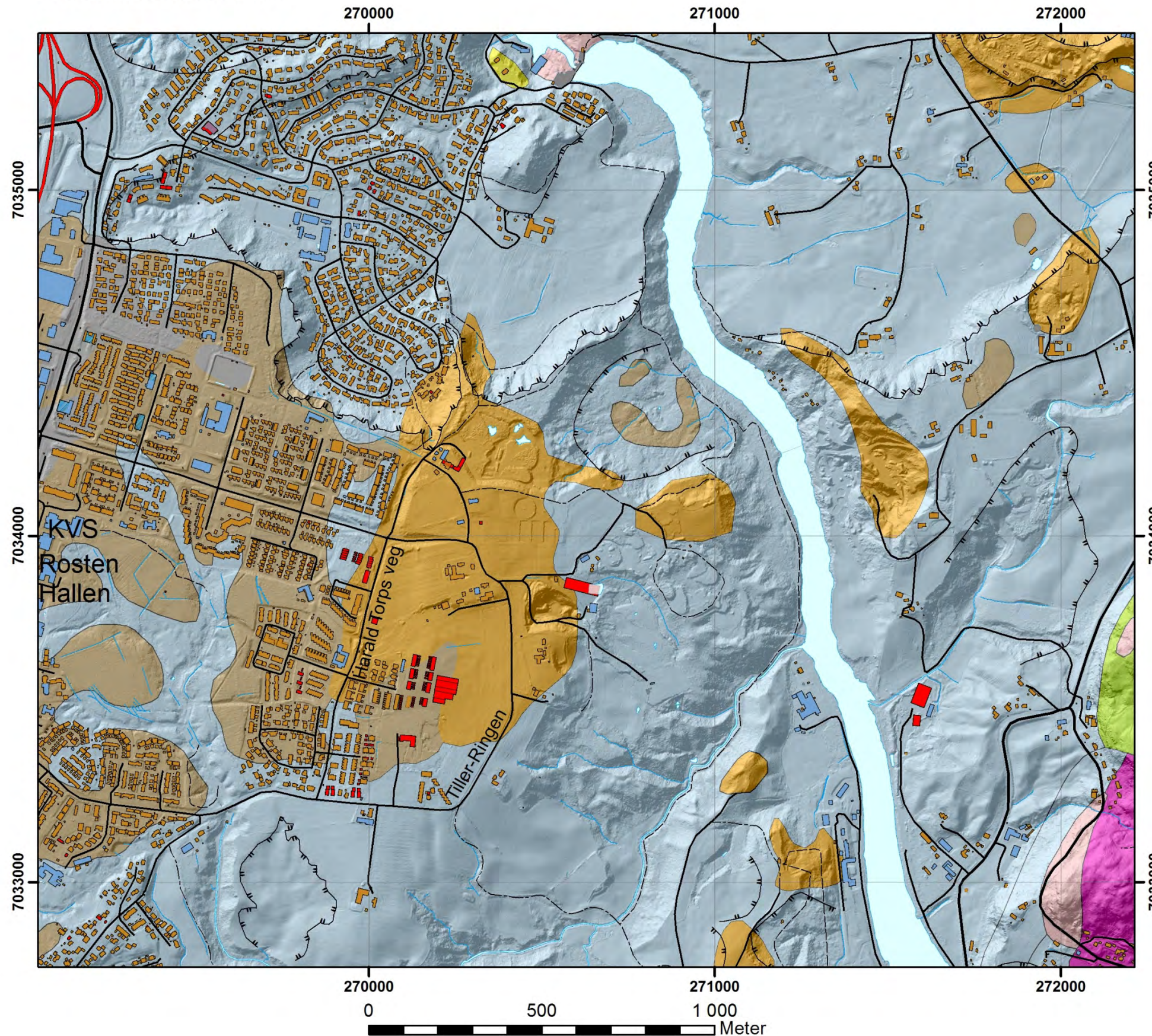
c) Studer LIDAR-kartet over Tiller (1:25 000). Du skal finne spor etter gamle kvikkleireskred på dette kartet. Marker skredgroperne inn på det vedlagte kartet.

Oppgave 1 - Form og utseende av skredgrop

Nå står du på skredkanten til et stort kvikkleireskred som gikk i Sjetnmarka i forhistorisk tid.

Hvordan vil du beskrive formen og utseendet til skredgropen og skredkanten rundt? Skisser på det blanke kartet (se nedenfor).

Løsmassekart Tiller



Tegnforklaring

- >>>> RAVINE
- └─┬─ SKREDKANT
- SKREDVIFTE
- ▄▄▄▄ TERRASSEKANT
- ▄▄▄▄ TERRASSEKANT (GLASIAL)
- ↖↗ TIDLIGERE ELVE- /BEKKELØP
- Morenemateriale
- Elveavsetning
- Breelvavsetning
- Hav- og fjordavsetning
- Marin strandavsetning
- Forvitningsmateriale
- Bart fjell
- Torv og myr
- Fyllmasse
- Skredmateriale



Målestokk 1: 15.000
1 cm = 150 meter

Koordinatsystem: WGS 1984
Projeksjon: UTM sone 33 N

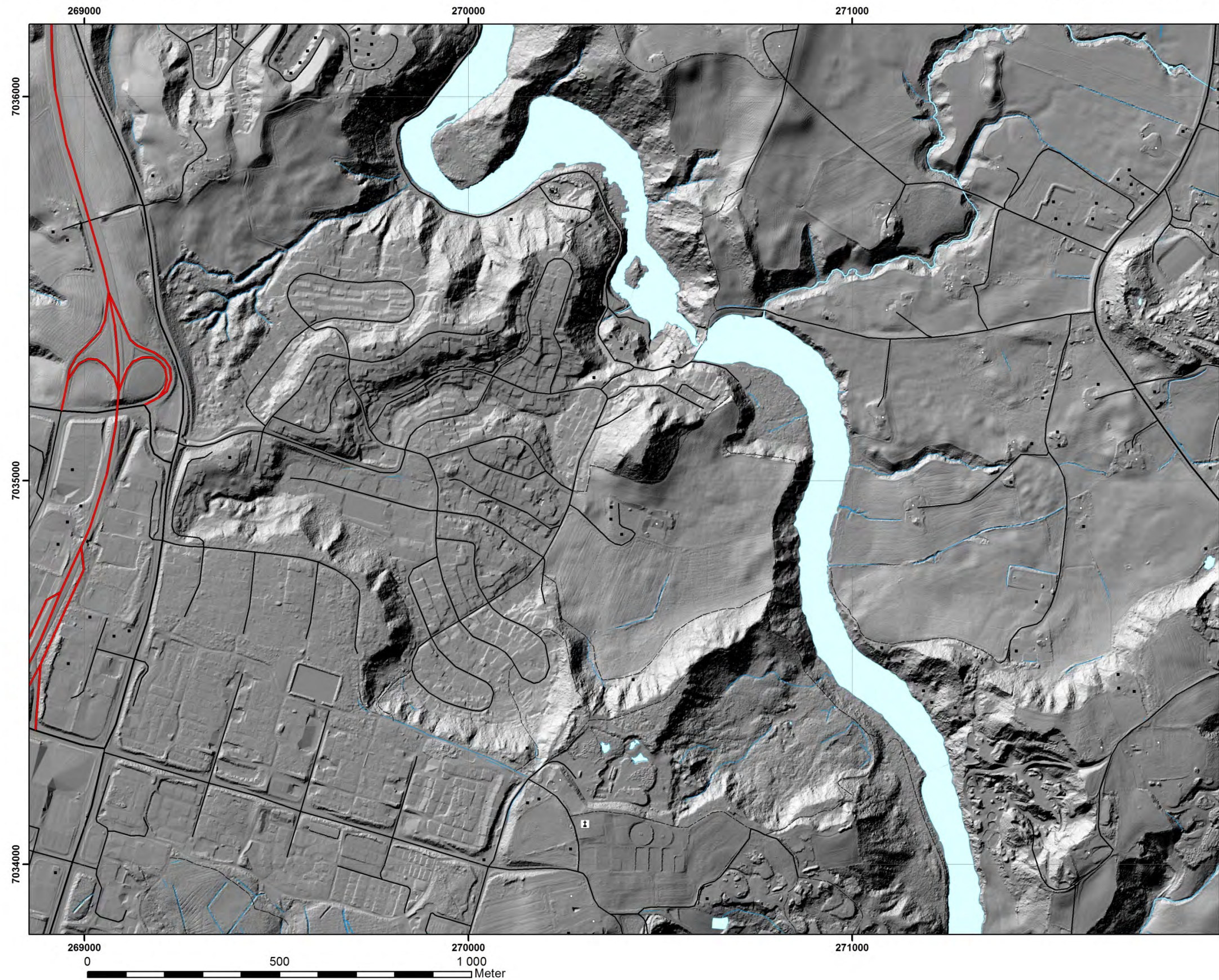


NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE

- NGU -

LIDAR-kart Sjetnmarka

Skredkartlegging i Sjetnmarka - elevoppgaver - forarbeid (2 b)



Målestokk 1:9 000

Koordinatsystem: WGS 1984
Projeksjon: UTM sone 33 N

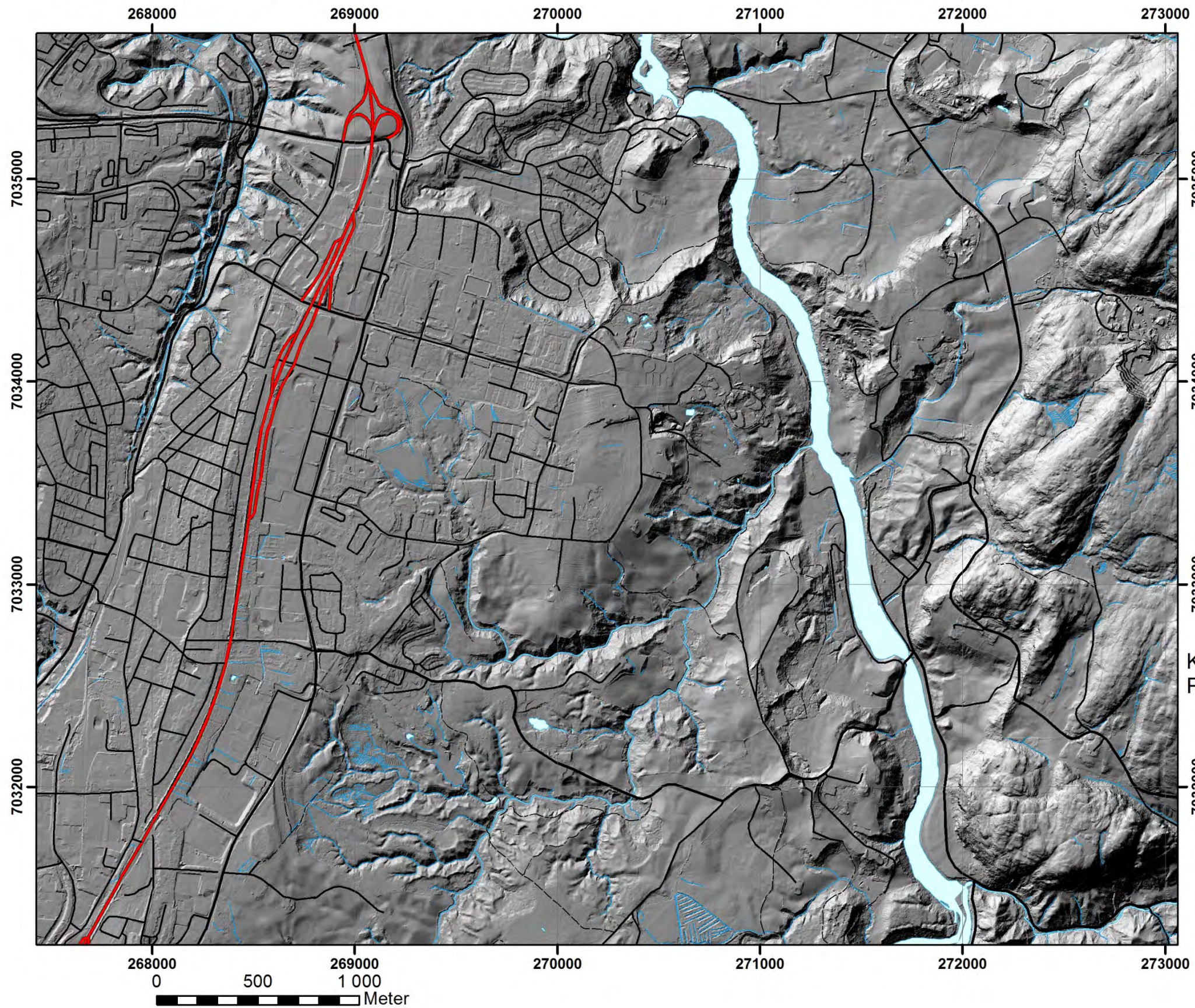


NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE

- NGU -

LIDAR-kart Tiller M 1:25.000

Skredkartlegging i Sjetnmarka - elevoppgaver - forarbeid (2 c)



Målestokk 1: 25.000
1 cm = 250 meter

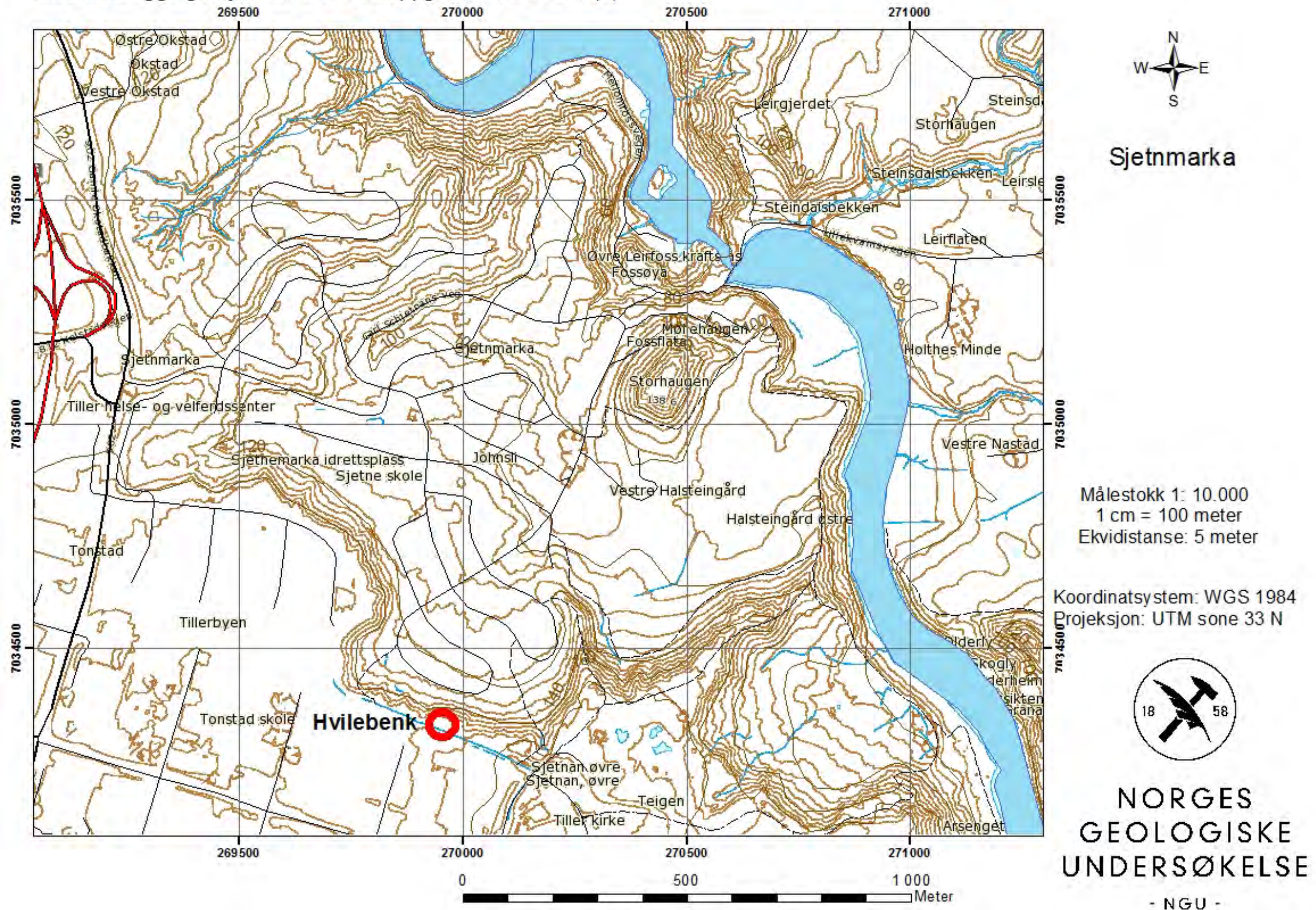
Koordinatsystem: WGS 1984
Projeksjon: UTM sone 33 N



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE

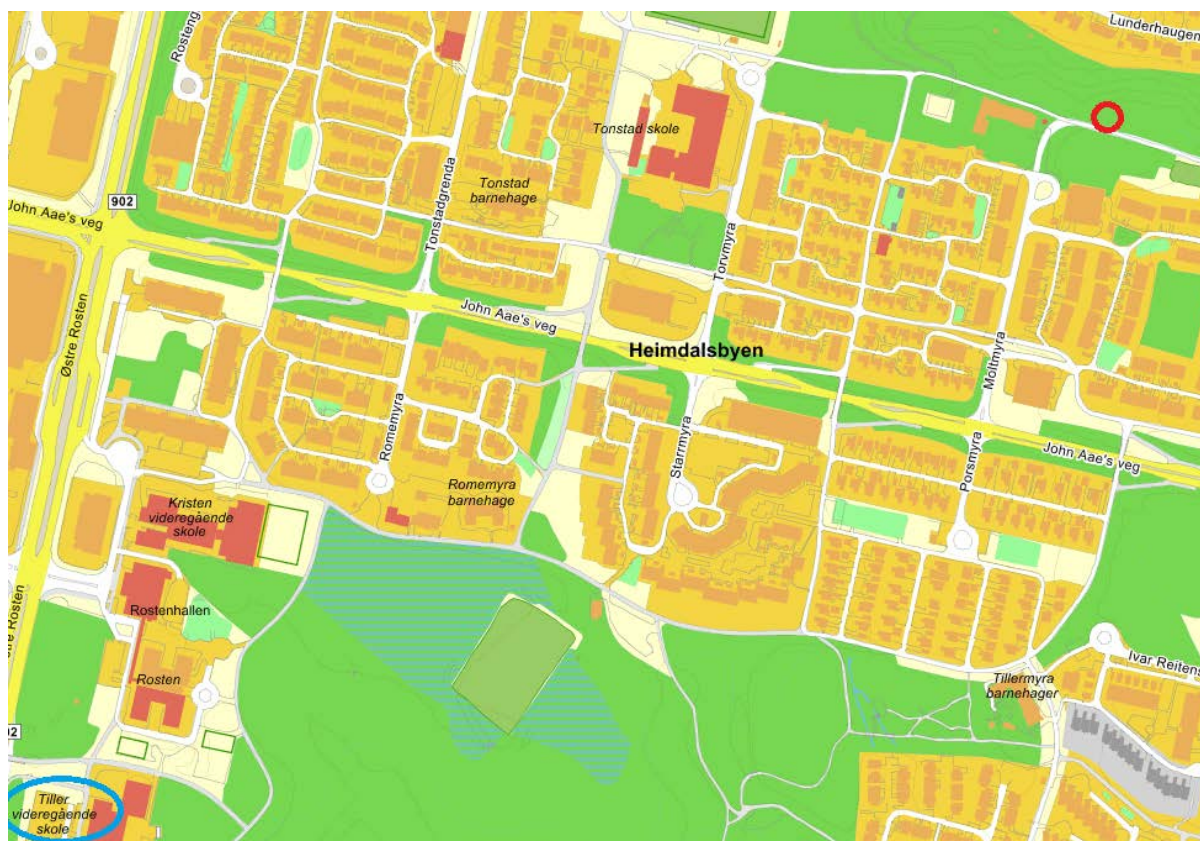
- NGU -

Skredkartlegging i Sjetnmarka - elevoppgaver - forarbeid (3)



4.2.2 Feltarbeid

Feltarbeidet starter ved rasteplassen “Hvilebenk”, som er avmerket på kartet (Figur 30).



Figur 43: Kartet viser beliggenheten av lokaliteten ved “Hvilebenk”(rød ring).



Figur 44: Rasteplassen "hvilebenk". Her starter feltarbeidet.

Visste du forresten at...



Havnivået i Trondheim etter siste istid stod opp til Tyholttårnet.

Hvor ble det av alt vannet?

Oppgave 2 - Studering av løsmasser fra skredkant

Se om du finner et utgravd *profil* like ned i skrånningen nedenfor benken. Hvis du ikke finner det er det trolig fylt igjen, og du må grave et nytt. Hva slags materiale tror du skredkanten består av?



Figur 45: Et profil er et utgravd dybdesnitt

Oppgave 3 - Skredrisiko

Legg merke til at det er bygd et boligfelt i bunnen av skredgropa. Tror du det er trygt å bo der i dag?

Følg stien ned langs skredkanten til Sjetnmarka (se under). Du skal til lekeplassen (se under) som er avmerket på kartet. Ta deg tid underveis til å markere skredkanten inn på kartet.



Figur 46: Veibeskrivelse fra "Hvilebenk" til Sjetnmarka.



Figur 47: Lekeplassen i Sjetnmarka. Den røde ringen markerer den lille haugen der du kan se om du finner et ferdig utgravd snitt.

Oppgave 4 - Studering av løsmasser fra skredgrop

a) Før du begynner å grave skal du gjette hva slags løsmasstype (blokk, stein, grus, sand, silt, leire) du tror du finner her.

b) Grav et profil og undersøk hva slags løsmasstype du finner her.

Tips: Se om du finner et profil som er ferdig utgravd på lekeplassen.

Visste du forresten at...



Ved å riste på en klump av leire kan man vise at leire holder godt på vannet. Etter hvert vil små svetteperler oppstå på leirklumpen og man ser at man blir fuktig i håndflaten. Siden leire holder godt på vannet (og er mineralrik!) egner den seg derfor godt som dyrkningsjord.

4.2.3 Etterarbeid

Oppgave 1 - Kartlegging av skredgrop:

Finn fram feltnotatene, og tegn eventuelt ferdig skredgropen i Sjetnmarka på kartet ditt. Sammenlign dine observasjoner med løsmassekartet over Trondheim. Stemmer det overens med det du observerte i felt?

Oppgave 2 - Utbredelse av skredet:

a) Studer løsmassekartet over Sjetnmarka. Hvorfor stoppet skredet i Sjetnmarka akkurat der det gjorde? Hint: tenk på hva slags løsmasser vi finner i området.

b) Bruk det topografiske kartet (se kart med "hvilebenken) til å anslå hvor mange meter over havet toppen av skredet (skredkanten) ligger, og hvor mange meter over havet bunnen av skredet ligger. Hint: studer høydekotene. Finn ut hvordan du kan bruke dette til å finne ut hvor høy skredkanten i Sjetnmarka er (*mektigheten* av skredet).

Oppgave 3 - Vurdering av skredfare i forhold til dagens utbygging:

a) I dag er det stor utbygging på Tiller. Tenk deg at du skal vurdere områder på Tiller som egner seg godt til utbygging. Som geolog vet du at breelvavsetninger er stabilt materiale og god byggegrunn, mens marine avsetninger er utsatte områder i forhold til kvikkleireskred. Bruk løsmassekartet til å bestemme hvor det er forsvarlig å bygge.

b) Hvordan stemmer dette med beliggenheten av nye boligfelt og hus på Tiller?

4.2. Skredkartlegging i Sjetnmarka - elevoppgaver



Skredkartlegging i Sjetnmarka - elevoppgaver - etterarbeid (2)



Sjetnmarka

Målestokk 1: 10.000
1 cm = 100 meter
Ekvidistanse: 5 meter

Koordinatsystem: WGS 1984
Projeksjon: UTM sone 33 N

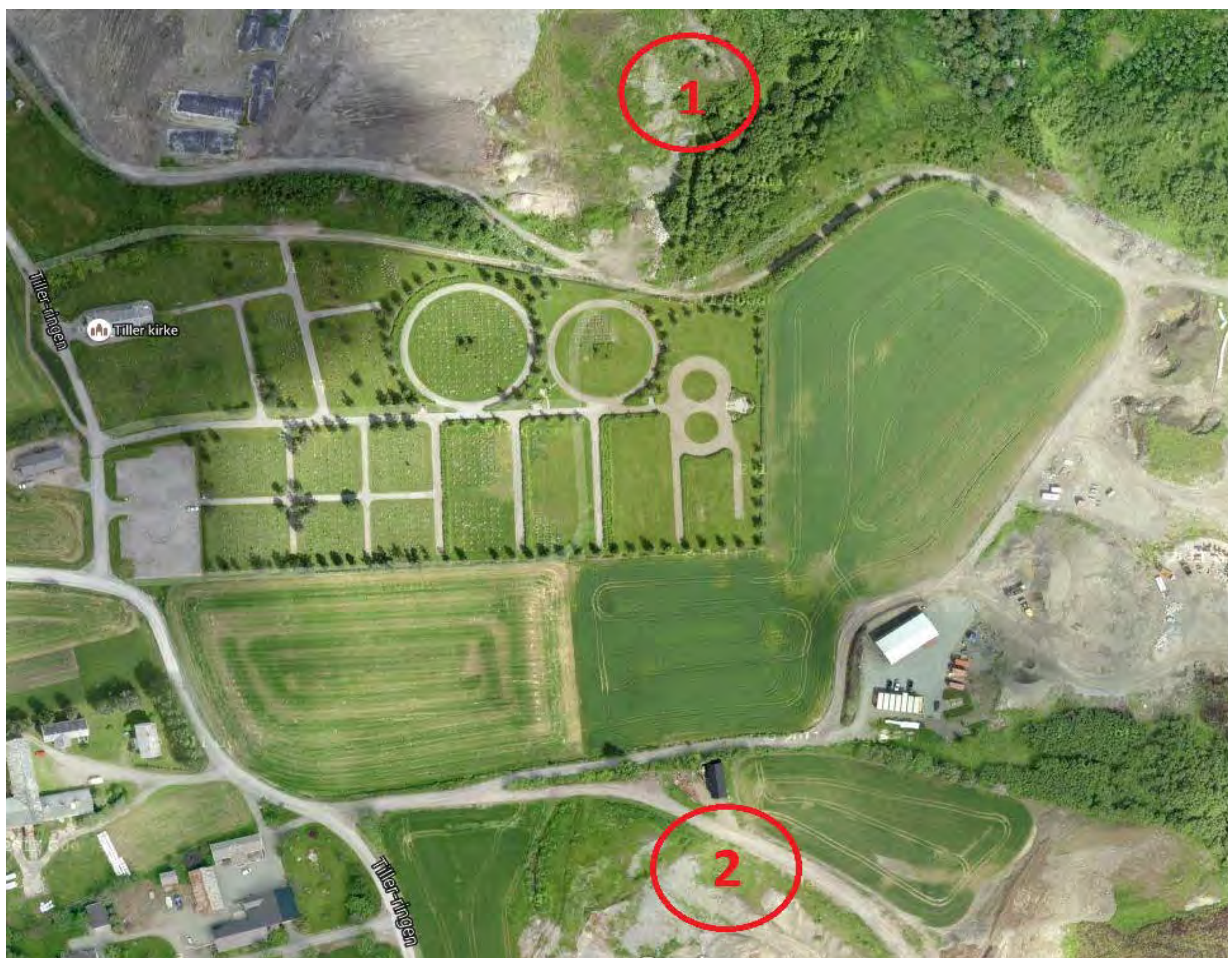


NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE

- NGU -

4.2.4 Ekstraoppgaver om skred

Dette er oppgaver ment som enkeltlokaliteter som det er mulig å kombinere med de andre hovedoppgavene eller som enkeltoppgaver for seg selv. Vi har valgt å kalle dette for ekstraoppgaver da vi mener de er verd et besøk, men at det er hovedoppgavene som gir størst utbytte i forhold til investert tid.



Figur 48: Beliggenhet av lokalitetene til oppgave 1 og 2.

Oppgave 1 - Øst for Tiller kirkegård

Denne lokaliteten befinner seg på østsiden av Tiller kirkegård, markert som lokalitet 1 på Figur 48. Beveg deg ut mot den bratte skråningen. Her ser du et tydelig søkk i terrenget. Gå ut mot kanten.

a) Hva slags landform ser du nå foran deg? Hvordan kan denne landformen ha blitt til?

b) Skråstilte og veltede trær i skråningene vitner om at det er aktivitet i området. Hva tror du denne aktiviteten kan være?

c) Her har du god utsikt mot grusuttaket ved Ekle på andre siden av Nidelva (Nidelva er vanskelig å se når det er mye vegetasjon, men vi kan se at det skråner bratt i bunnen). Hva slags løsmasser tror du hentes ut her?



Figur 49: Skredkanten og deler av skredgropa. På andre siden (oppe til venstre i bildet) ser man grusuttaket ved Ekle.

Informasjon om breelavsetningen ved Ekle:

Ved Ekle er det masseuttak i en stor israndavsetning som tilhører Tautratrinnet (alder?). Under grusavsetningen ligger tykke leirlag fra en tidligere fase da brefronten lå lenger sør.

Oppgave 2 - Rimol Miljøpark

Gå bort til porten ved miljøparken, markert som lokalitet 2 på Figur 48. Det er ikke tillatt å gå inn på anleggsområdet. Her skal du kun gjøre et stopp og observere.

a) Ta fram LIDAR-kartet. Studer terrengformene i dette området og anslå hva slags landform du har foran deg.

b) Hva slags farge er det på løsmassekartet her?

c) Hva heter denne avsetningstypen?



Figur 50: Inngangen til Miljøparken. Det er ikke tillatt å gå inn på anleggsområdet.

Oppgave 3 - Sikring mot fjellskred/steinsprang ved Øvre Leirfoss

Gå til bergblotningen like forbi inngangen til Øvre Leirfoss kraftstasjon, markert som lokalitet 3 på Figur 51.

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



Figur 51: Øvre Leirfoss kraftstasjon.



Figur 52: Bergblotningen ved Øvre Leirfoss Kraftstasjon.

a) Se deg litt rundt omkring på bergblotningen. Hvordan vil du beskrive bergarten du har foran deg? (Tenk for eksempel på farge, struktur og oppsprekkingsgrad). Denne bergarten er veldig typisk for Trondheimsområdet - vet du hva den heter?

Hint: fargen sier noe om bergartsnavnet.

b) Hvilke tegn til fjellsikring finner du i dette området?

c) Hva tror du er årsaken til at man har gjort sikringstiltak her?



Figur 53: Fjellsikring.

d) Hvordan vil du som ingeniørgeolog vurdere farene for skred i dette området? Hvordan vil et eventuelt skred påvirke nærområdet?



Figur 54: Tydelig oppsprekking.

5. Løsmassekartlegging på Tiller - løsningsforslag



Figur 55: Løsmasser. Hentet fra: <http://www.bilfrakt.se/Anlaggning/Grus-sand-och-jord/>

Denne oppgaven er lagd som en gå-runde som elevene kan fullføre i løpet av for eksempel en fagdag.

Oppgaven er også avhengig av at jordene i området ikke er gjengrodd. Det anbefales derfor å gjøre disse oppgavene på våren.

Løsmassekartet over Tiller (se kart under elevoppgaver) kan være lurt å laminere og dele ut til elevene når de skal ut i felt.

Hensikt:

Målet med denne kartleggingsoppgaven er at elevene skal bli kjent med de forskjellige typene løsmasser som finnes omkring Tiller vgs. Elevene skal selv ut i felt for å samle inn løsmasseprøver, og målet er at de ser en sammenheng mellom beliggenhet av løsmasser og prosessene som ligger bak. Kartlegging av ulike løsmassetyper er viktig i forbindelse med arealplanlegging og utbygging. Dette er spesielt viktig på Tiller med tanke på de store områdene med kvikkleire.

Kompetansemål:

- Planlegge, gjennomføre, presentere og vurdere forsknings- og feltarbeid i en geotop (Geofag 2).
- Beskrive hvordan berggrunn og løsmasser i Norge utvinnes og utnyttes (Geofag 2).
- Gjøre rede for sammenhenger mellom berggrunn, landformer og geologiske ressurser i et valgt område (Geofag 1/X).

Pensumstoff som dekkes i denne oppgaven:

Kap. 2: Geologi (s. 42-46)(Studering av ulike typer løsmasser og sortering av disse).
Læreboken for Geofag 1 (Karlsen, 2007).

Deler av kap. 6: Mineralressurser i Norge (s. 120-124) (Byggeråstoffer- sand, grus, pukk og leire). Læreboken for Geofag 2 (Karlsen, 2008).

Deler av kap. 11: Vurdering av skredfare. Læreboken for Geofag 2 (Karlsen, 2008).

Temaer:

Kartlegging
Løsmassetyper
Arealplanlegging
Byggeråstoffer
Kvartærgeologi
Kvikkleireskred

Utstyrsliste:

Blankt kart over området rundt Tiller vgs.
Feltbok
Blyant og papir
Spade
Plastposer for å oppbevare jordprøver i
Tusj for å markere jordprøvene
Kamera
Utdelte løsmasseprøver (til forarbeid)
Sikter (ikke nødvendig, men fordelaktig å ha til etterarbeidet).

5.1.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Løsmassekart:

Studer løsmassekartet over Tillerområdet, se kart under elevoppgaver. Gjør deg kjent med fargekodene.

a) Hva slags løsmassetyper dominerer i Tillerområdet?

b) Bruk tegnforklaringen på kartet til å finne ut hvordan de ulike avsetningene er dannet. Fyll ut tabellen på neste side.

c) Bruk løsmassekartet over Tillerområdet med tilhørende tegnforklaring (se kart under elevoppgaver) til å skaffe deg en oversikt over hvilke løsmassetyper du kan forvente å finne på Tiller.

Oppgave 2 - Studering av løsmassetyper:

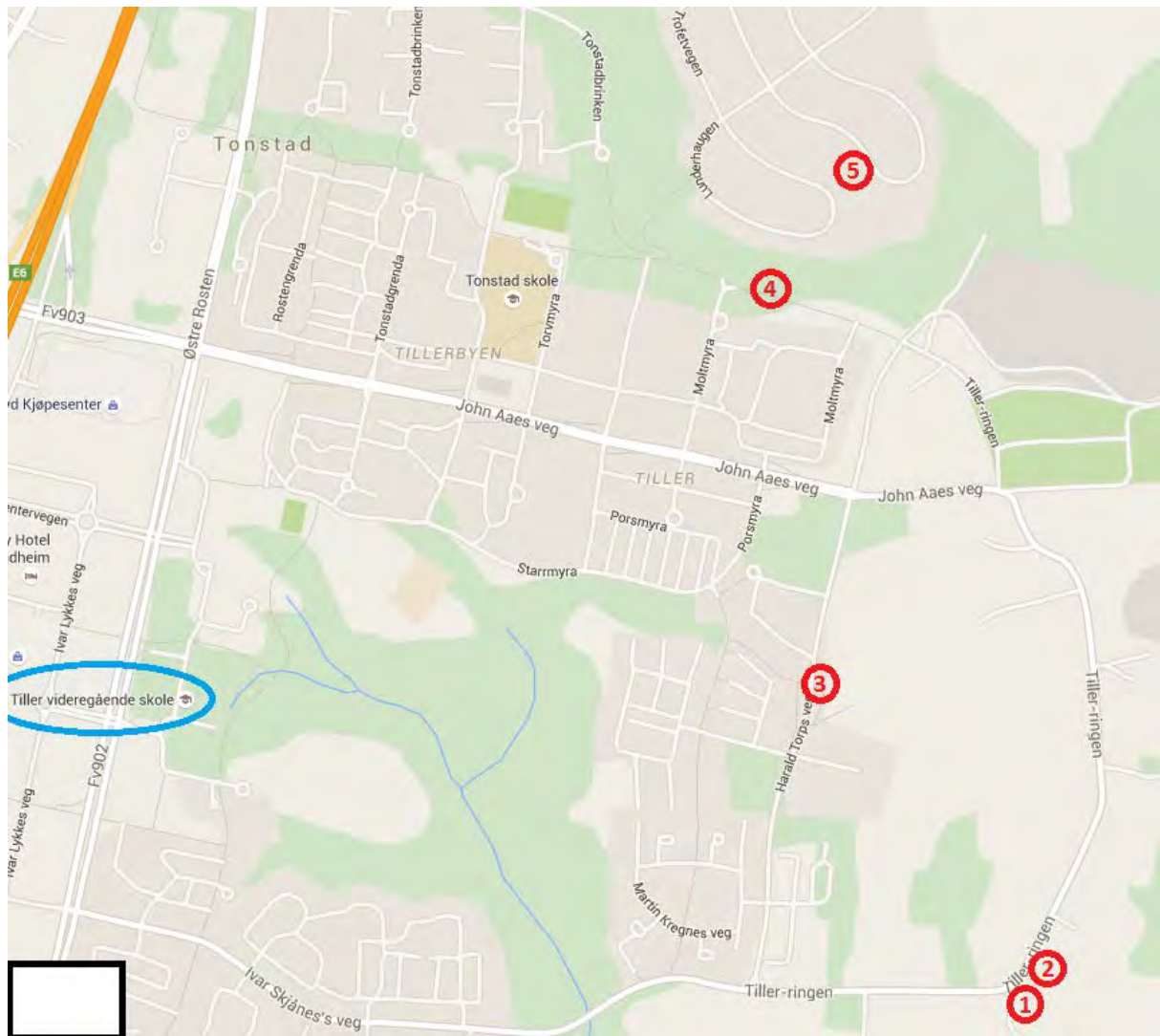
Studer løsmasseprøvene som du får utdelt. Du skal bli kjent med forskjellene på leiravsetninger og breelavsetninger. Skriv ned forskjeller og likheter i feltboken din.

Løsningsforslag:

Navn på løsmasstype/avsetning	Innhold av type sediment <i>(leire, silt, sand, grus, stein, blokk, organisk materiale)</i>	Dannelsesmåte
Marine avsetninger	Leire, silt	Alle sedimenter som avsettes på havbunnen fra kysten ut til dyphavet. Består som oftest av silt og leire.
Breelavsetning	Sand, grus, stein	Disse er avsatt fra breelver og består mest av grus, sand og noe leire. I Norge er breelavsetningene avsatt fra smeltevann ved slutten av siste istid. De er våre viktigste sand- og grusressurser, men er veldig grovkornete og næringsfattige til å være den beste dyrkningsjorden.
Morenemateriale	Sedimenter alle kornstørrelser	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.
Elve- og bekkeavsetninger	Sand, grus	Materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. De mest typiske formene er elvesletter, terrasser og vifter. Sand og grus dominerer, og materialet er sortert og rundet. Materialet er også vanligvis lagdelt.
Torv og myr	Organisk materiale	Dannes der planterester hoper seg opp raskere enn de brytes ned, f.eks pga høyt grunnvannsspeil og fordampning. Eksempler på dannelsesmåte er gjenvoksing av tjern, torvdannelse direkte på fuktig mark eller ved forsumping av fastmark.

5.1.2 Feltarbeid

Dette feltarbeidet går ut på å samle inn løsmasseprøver ved 5 lokaliteter. Disse er vist på kartet under.



Figur 56: Oversikt over de fem prøvetakingspunktene.

Oppgave 1 - Løsmasseprøve ved Hårstad Minde

Gå ned til jordet markert som lokalitet 1 på figur Figur 56 og finn et passende sted å grave et hull i bakken. Fjern det øverste laget med vegetasjon og fyll opp posen med løsmasser. Husk å skrive navn på posen slik at du husker hvor prøven ble tatt (for eksempel "lokalitet 1" og eventuelt noen kommentarer til området dere gravde)! Dokumenter med bilder for å gjøre det enda lettere å huske!

Løsmassene ved denne lokaliteten består av siltig leire med innslag av grus og stein.



Figur 57: Langs kanten av jordet kan det være fint å ta en jordprøve. Alle bilder bør ha målestokk, og det er fint å dokumentere hvor prøven ble tatt fra. Husk å navngi posen med innhold og sted slik at man senere kan skille de ulike prøvene fra hverandre.

Oppgave 2 - Studering av løsmasser ved jordet langs Tillerringen

Gå langs Tiller-ringen og gjør et kort stopp ute på jordet, markert som lokalitet 2 på Figur 56.

a) Legg merke til overflaten av jordet. Kan du se at det ligger en del steiner på overflaten? Plukk gjerne med deg et par stykker. Er disse avrundet eller mer kantete? Dokumenter med bilder.



Figur 58: Steiner på jordet. Innholdet av stein i marine avsetninger viser at det ikke alltid er slik at alle avsetninger er helt homogene.

b) Hva kan rundingsgraden fortelle oss om avsetningsmiljø?

Den relativt gode rundingsgraden på steinene kan tyde på at disse steinene har vært i kontakt med vann i bevegelse (breekv).

c) Finn Ekle på kartet. Legger du merke til grusuttaket her? Hva slags løsmasseavsetning tror du dominerer her? (Tenk farge på løsmassekartet)

Uttaket ligger i en breelvavsetning, oransje farge på løsmassekartet.

d) Undersøk materialet langs veien som brukes til bygging og veifylling. Ser du forskjell på stedeagne (naturlige) og tilkjørte masser?

Enkelt forklart kan vi si at de brune massene er stedeagne, mens de grå er tilkjørte masser (pukk).



Figur 59: Forskjellige typer materialer har forskjellig opphav.

Oppgave 3 - Løsmasseprøve ved undergangen i Harald Torps vei

Beveg deg nå til lokalitet 3 på kartet.

Her skal dere ta en ny løsmasseprøve. Husk å navngi posen og dokumenter med bilder slik at du husker hvor prøven ble tatt fra!

Her fant vi breelvavsetninger som bestod av siltig sand med større avrundete steiner. De avrundene steinene viser at materialet er avsatt i kontakt med vann (breelver). Vi fikk opplysninger fra fagfolk på anleggsområdet at de hadde gjort funn av minst 7 m tykke lag med sand på stedet. Breelvavsetningene er altså av ganske stor mektighet.

Oppgave 4 - Løsmasseprøve fra skredkant ved hvilebenk.



Figur 60: Lokalisering av hvilebenken.

Nå står du ved lokalitet 4, på skredkanten av et stort kvikkleireskred som gikk i Sjetnmarka i forhistorisk tid!

a) Se om du finner et utgravd *profil* (se forklaring i Figur 61) like ned i skråningen nedenfor benken. Hvis du ikke finner det er det trolig fylt igjen, og du må grave et nytt. Det er mye søppel og avfallsmateriale i skråningen, så pass på å unngå dette (grav dypt nok ned). Husk å navngi posen og dokumenter området med bilder!



Figur 61: Et profil er et utgravd dybdesnitt.

b) Hva slags materiale tror du skredkanten består av?

Breelvmateriale - sand og grus.

Visste du forresten at...



Havnivået i Trondheim etter siste istid stod opp til Tyholttårnet som du kan se herfra.

Hvor ble det av alt vannet?

Oppgave 5 - Løsmasseprøve fra skredgrop i Sjetnmarka

Gå langs skredkanten ned til Sjetnmarka og finn lekeplassen, markert som lokalitet 5 på Figur 56. Se også Figur 62 for veibeskrivelse og Figur 63 for bilde av lokaliteten.



Figur 62: Veibeskrivelse fra "Hvilebenk" til Sjetnmarka.

a) På lekeplassen i Sjetnmarka skal du ta en løsmasseprøve. Før du begynner å grave skal du gjette hva slags løsmasstype (blokk, stein, grus, sand, silt, leire) du finner her.



Figur 63: Lekeplassen i Sjetnmarka. Her skal du ta en løsmasseprøve. Den røde ringen markerer området der du muligens kan finne et ferdig utgravd snitt.

b) Ta en løsmasseprøve. Husk å navngi posen og noter deg hvor prøven er tatt. Dokumenter med bilder.

Tips: Se om du finner et profil som er ferdig utgravd på lekeplassen. Dette gjør det enklere å ta en løsmasseprøve.

Vi finner tydelige spor etter marine avsetninger i bunnen av skredgropa, noe som var forventet, da det var et kvikkleireskred. Vi finner altså mye leire og noe silt.

Visste du forresten at...



Ved å riste på en klump av leire kan man vise at leire holder godt på vannet. Etterhvert vil små svetteperler oppstå på leirklumpen og man ser at man blir fuktig i håndflaten. Siden leire holder godt på vannet (og er mineralrik!) egner den seg derfor godt som dyrkningsjord.

5.1.3 Etterarbeid

Oppgave 1- Bestemmelse av løsmasseprøver fra feltarbeidet

a) Finn fram løsmasseprøvene fra feltarbeidet. Bestem hva slags kornstørrelser de inneholder (leire, silt, sand, grus, stein).

Dersom skolen har tilgang til sikter, kan disse med fordel benyttes her.

b) Hva slags løsmassetyper har du funnet ved de ulike lokalitetene? Fyll ut tabellen under.

Sted	Løsmasstype (leire, silt, sand, grus, stein)	Navn på avsetningstype
1- Hårstad Minde	Siltig leire med innslag av grus og stein.	Hav- og fjordavsetninger
2- Langs jordet ved Tiller-Ringen	Avrundede steiner	Marine avsetninger med innslag av breelvmateriale (godt avrundet stein).
3- Ved undergangen i Harald Torps vei	Siltig sand med større avrundete steiner. De avrundene steinene viser at materialet er avsatt i kontakt med vann (breelver).	Breelvavsetninger
4- Hvilebenk: Skredkant	Sand og grus	Breelvavsetninger
5- Skredgrop i Sjetnmarka	Leire og noe silt	Hav- og fjordavsetninger

Oppgave 2 - Løsmassekartlegging

a) Marker de ulike løsmasseprøvene inn på det blanke kartet (se kart i elevoppgaver). Velg en farge for hver løsmasstype og fargelegg de ulike områdene der du tok løsmasseprøver. Husk å lage tilhørende tegnforklaring.

b) Sammenlign dine observasjoner og kartlegging fra feltarbeidet, med det som er kartlagt av geologer fra NGU (Norges geologiske undersøkelse), se løsmassekartet (under). Er du enig?

5.2 Løsmassekartlegging på Tiller - elevoppgaver



Figur 64: Løsmasser. Hentet fra: <http://www.bilfrakt.se/Anlaggning/Grus-sand-och-jord/>

Utstyrliste:

- Blankt kart over området rundt Tiller vgs.
- Feltbok
- Blyant og papir
- Spade
- Plastposer for å oppbevare jordprøver i
- Tusj for å markere jordprøvene
- Kamera
- Utdelte løsmasseprøver (til forarbeid)
- Sikter (ikke nødvendig, men fordelaktig å ha til etterarbeidet).

5.2.1 Forarbeid

Oppgave 1 - Løsmassekart:

Studer løsmassekartet over Tillerområdet, se kart under. Gjør deg kjent med fargekodene.

- Hva slags løsmassetyper dominerer i Tillerområdet?
- Bruk tegnforklaringen på kartet til å finne ut hvordan de ulike avsetningene er dannet. Fyll ut tabellen på neste side.
- Bruk løsmassekartet over Tillerområdet med tilhørende tegnforklaring (se kart under) til å skaffe deg en oversikt over hvilke løsmassetyper du kan forvente å finne på Tiller.

Oppgave 2 - Studering av løsmassetyper:

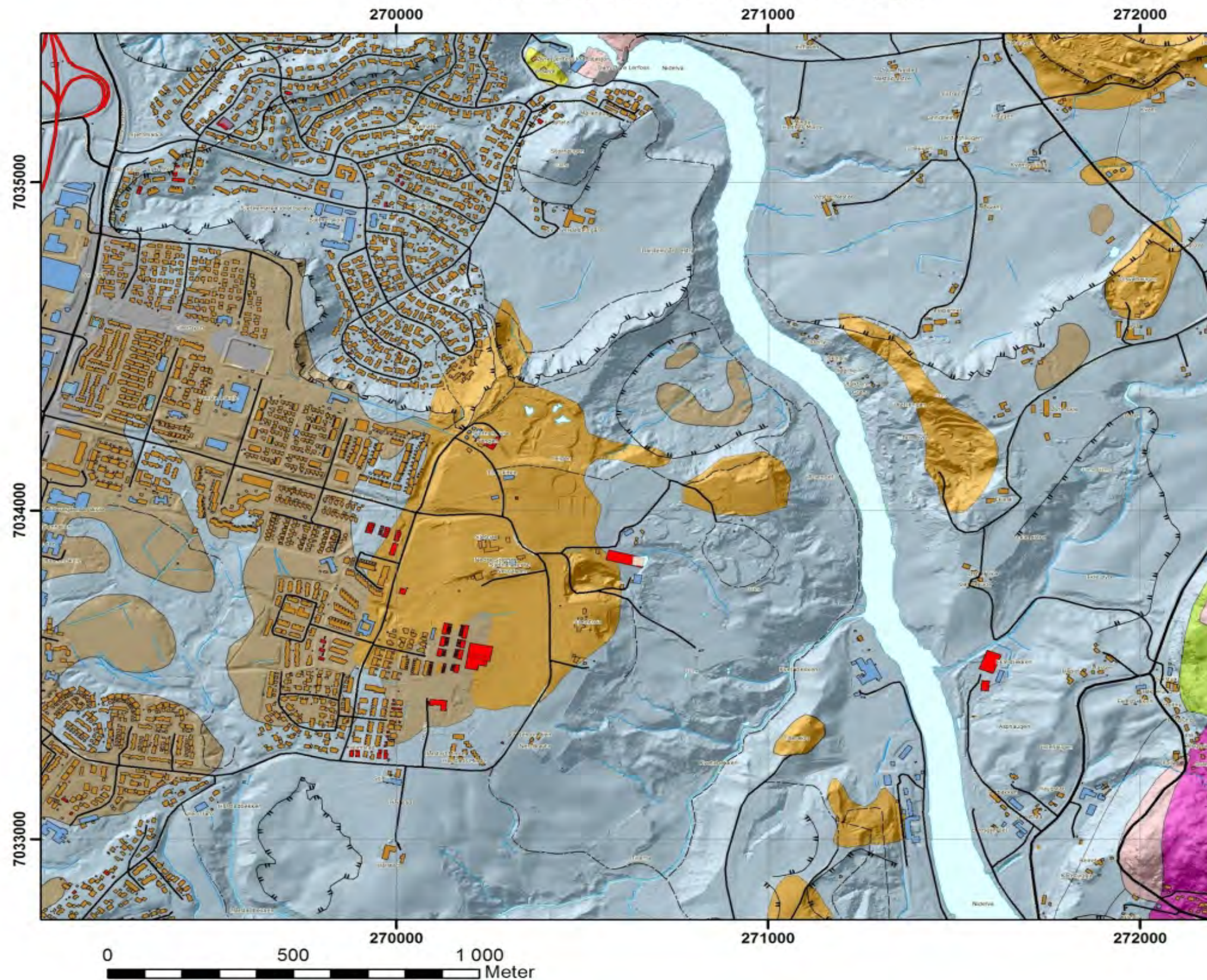
Studer løsmasseprøvene som du får utdelt. Du skal bli kjent med forskjellene på leiravsetninger og breelvavsetninger. Skriv ned forskjeller og likheter i feltboken din.

Navn på løsmasstype/ avsetning	Innhold av type sediment <i>(leire, silt, sand, grus, stein, blokk, organisk materiale)</i>	Dannelsesmåte
Marine avsetninger	Leire, silt	
Breelvavsetning	Sand, grus, stein	
Morenemateriale	Sedimenter alle kornstørrelser	

Elve- og bekkeavsetninger	Sand, grus	
Torv og myr	Organisk materiale	



Løsmassekart Tiller M 1:15.000



Tegnforklaring

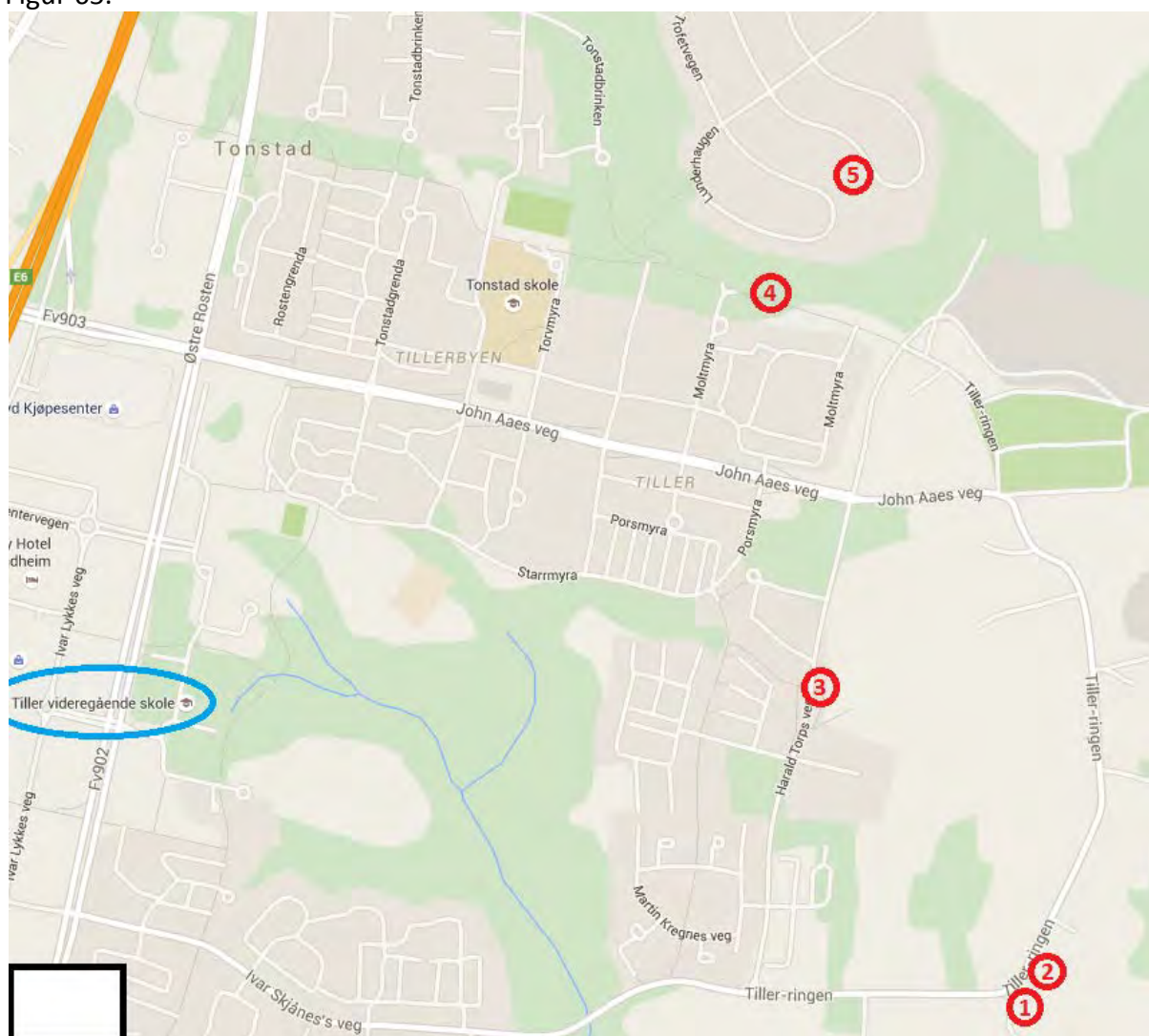
- RAVINE
- |— SKREDKANT
- - - - SKREDVIFTE
- ||||| TERRASSEKANT
- ||||| TERRASSEKANT (GLASIAL)
- |— TIDLIGERE ELVE- /BEKKELØP
- Morenemateriale
- Elveavsetning
- Breelavsetning
- Hav- og fjordavsetning
- Marin strandavsetning
- Forvittringsmateriale
- Bart fjell
- Torv og myr
- Fyllmasse
- Skredmateriale

Målestokk 1: 15.000
 1 cm = 150 meter
 Ekvidistanse 20 meter

Koordinatsystem: WGS 1984
 Prosjeksjon: UTM sone 33 N

5.2.2 Feltarbeid

Dette feltarbeidet går ut på å samle inn løsmasseprøver ved 5 lokaliteter. Disse er vist på Figur 65.



Figur 65: Oversikt over de fem prøvetakingspunktene.

Oppgave 1 - Løsmasseprøve ved Hårstad Minde

Gå ned til jordet markert som lokalitet 1 på Figur 65 og finn et passende sted å grave et hull i bakken. Fjern det øverste laget med vegetasjon og fyll opp posen med løsmasser. Husk å skrive navn på posen slik at du husker hvor prøven ble tatt (for eksempel "lokalitet 1" og eventuelt noen kommentarer til området dere gravde)! Dokumentér med bilder for å gjøre det enda lettere å huske!



Figur 66: Langs kanten av jordet kan det være fint å ta en jordprøve. Alle bilder bør ha målestokk, og det er fint å dokumentere hvor prøven ble tatt fra. Husk å navngi posen med innhold og sted slik at man senere kan skille de ulike prøvene fra hverandre.

Oppgave 2 - Studering av løsmasser ved jordet langs Tillerringen

Gå langs Tiller-ringene og gjør et kort stopp ute på jordet, markert som lokalitet 2 på Figur 65.

a) Legg merke til overflaten av jordet. Kan du se at det ligger en del steiner på overflaten? Plukk gjerne med deg et par stykker. Er disse avrundet eller mer kantete? Dokumenter med bilder.



Figur 67: Steiner på jordet. Innholdet av stein i marine avsetninger viser at det ikke alltid er slik at alle avsetninger er helt homogene.

b) Hva kan rundingsgraden fortelle oss om avsetningsmiljø?

c) Finn Ekle på kartet. Legger du merke til grusuttaket her? Hva slags løsmasseavsetning tror du dominerer her? (Tenk farge på løsmassekartet)

d) Undersøk materialet langs veien som brukes til bygging og veifylling. Ser du forskjell på stedegne (naturlige) og tilkjørte masser?



Figur 68: Forskjellige typer materialer har forskjellig opphav.

Oppgave 3 - Løsmasseprøve ved undergangen i Harald Torps vei

Beveg deg nå til lokalitet 3 på kartet.

Her skal dere ta en ny løsmasseprøve. Husk å navngi posen og dokumenter med bilder slik at du husker hvor prøven ble tatt fra!

Oppgave 4 - Løsmasseprøve fra skredkant ved hvilebenk.



Figur 69: Lokalisering av hvilebenken.

Nå står du ved lokalitet 4, på skredkanten av et stort kvikkleireskred som gikk i Sjetnmarka i forhistorisk tid!

a) Se om du finner et utgravd *profil* (se forklaring i Figur 70) like ned i skråningen nedenfor benken. Hvis du ikke finner det er det trolig fylt igjen, og du må grave et nytt. Det er mye søppel og avfallsmateriale i skråningen, så pass på å unngå dette (grav dypt nok ned). Husk å navngi posen og dokumenter området med bilder!



Figur 70: Et profil er et utgravd dybdesnitt.

b) Hva slags materiale tror du skredkanten består av?

Visste du forresten at...



Havnivået i Trondheim etter siste istid stod opp til Tyholttårnet som du kan se herfra.

Hvor ble det av alt vannet?

Oppgave 5 - Løsmasseprøve fra skredgrop i Sjetnmarka

Gå langs skredkanten ned til Sjetnmarka og finn lekeplassen, markert som lokalitet 5 på Figur 65. Se også Figur 71 for veibeskrivelse og Figur 72 for bilde av lokaliteten.



Figur 71: Veibeskrivelse fra "Hvilebenk" til Sjetnmarka.

a) På lekeplassen i Sjetnmarka skal du ta en løsmasseprøve. Før du begynner å grave skal du gjette hva slags løsmasstype (blokk, stein, grus, sand, silt, leire) du finner her.



Figur 72: Lekeplassen i Sjetnmarka. Her skal du ta en løsmasseprøve. Den røde ringen markerer området der du muligens kan finne et ferdig utgravd snitt.

b) Ta en løsmasseprøve. Husk å navngi posen og noter deg hvor prøven er tatt. Dokumenter med bilder.

Tips: Se om du finner et profil som er ferdig utgravd på lekeplassen. Dette gjør det enklere å ta en løsmasseprøve.

Visste du forresten at...



Ved å riste på en klump av leire kan man vise at leire holder godt på vannet. Etterhvert vil små svetteperler oppstå på leirklumpen og man ser at man blir fuktig i håndflaten. Siden leire holder godt på vannet (og er mineralrik!) egner den seg derfor godt som dyrkningsjord.

5.2.3 Etterarbeid

Oppgave 1- Bestemmelse av løsmasseprøver fra feltarbeidet

a) Finn fram løsmasseprøvene fra feltarbeidet. Bestem hva slags kornstørrelser de inneholder (leire, silt, sand, grus, stein).

b) Hva slags løsmassetyper har du funnet ved de ulike lokalitetene? Fyll ut tabellen under.

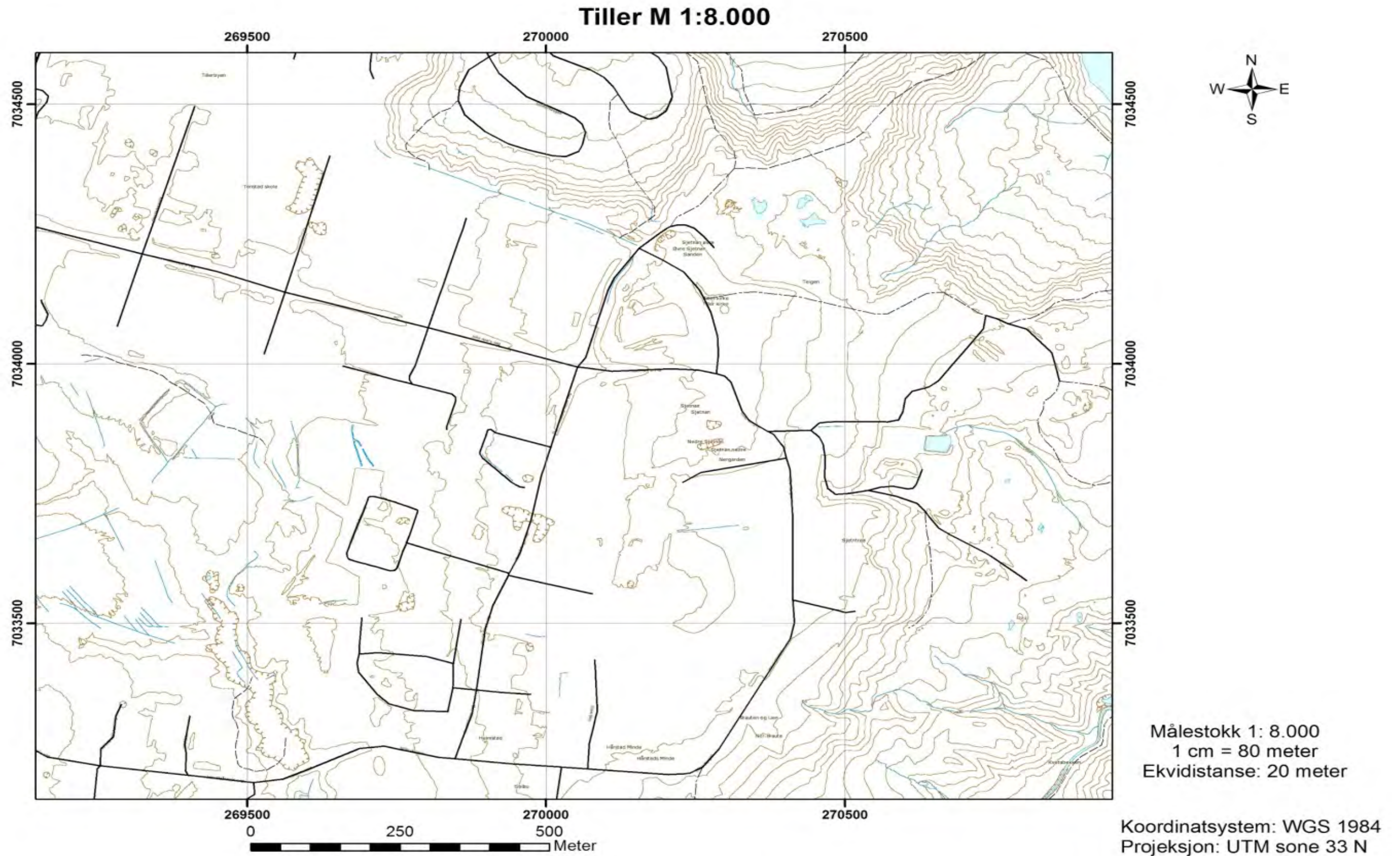
Oppgave	Løsmasstype (<i>leire, silt, sand, grus, stein</i>)	Navn på løsmasstype (<i>for eksempel hav- og fjordavsetninger, morenemateriale, breelvavsetninger, marine avsetninger etc.</i>)
1 - Hårstad Minde		
2 - Langs jordet ved Tillerringen		
3 - Ved undergangen i Harald Torps vei		
4 - Hvilebenk: Skredkant		
5 - Skredgrop i Sjetnmarka		

Oppgave 2 - Løsmassekartlegging

a) Marker de ulike løsmasseprøvene inn på det blanke kartet (nedenfor). Velg en farge for hver løsmasstype og fargelegg de ulike områdene der du tok løsmasseprøver. Husk å lage tilhørende tegnforklaring.

b) Sammenlign dine observasjoner og kartlegging fra feltarbeidet, med det som er kartlagt av geologer fra NGU (Norges geologiske undersøkelse), se løsmassekartet (vedlagt). Er du enig?





Figur 73: Blankt kart der man kan fargelegge ulike løsmassetyper

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



Figur 74: Hvilken type bergart er dette?

Hensikt:

Hensikten med denne oppgaven er at elevene skal kunne skille mellom de tre hovedtypene av bergarter, ved hjelp av forenklingen "stripete, prikkete og lag på lag". Elevene skal bli kjent med prosessene som ligger bak dannelsen av hver hovedtype ved å studere det geologiske kretsløpet. Elevene trenger ikke kunne klassifisere og gjenkjenne alle bergartene i detalj. Det er viktigere at de ser at bergartene kan se forskjellige ut innenfor hver hovedgruppe. Å kunne skille bergarter fra hverandre og kunne peke på typiske kjennetegn, krever mye 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 sedimenter 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
Blyant
Kamera

6.1.1 Forarbeid

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

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

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

Fyll ut følgende tabell:

Løsningsforslag:

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

Oppgave 2 - Studering av steinsamling

Studer steinsamlingen dere har på skolen. Du skal finne tre eksempler fra hver hovedtype av bergartene, altså tilsammen 9 bergarter. Bruk kjennetegnene som du lærte i oppgaven over(stripete, prikkete, lag på lag). 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?

6.1.2 Feltarbeid (alternativt)

Til læreren:

En mulighet er å besøke Tiller kirkegård for å studere ulike bergarter innenfor hver bergartstype; "stripete, prikkete og lag på lag". Her vil man kunne se veldig gode og tydelige eksempler på de forskjellige gravsteinene. Før en slik tur bør man i så fall vurdere om det passer seg å ta med klassen til en lokal kirkegård. Å besøke en lokal kirkegård kan være trist, sårt og rart for elever som kjenner familie eller venner som er begravd her. Man bør derfor se an om det evt. passer med et besøk hit.

Oppgave 1 - klassifisering av bergarter

Klassifiser bergartene i gravsteinene eller som sedimentære, magmatiske eller metamorfe ut fra deres tekstur (stripete, prikkete eller lag-på-lag) (og prøv eventuelt å gjette hva slags bergarter det er).

6.1.3 Etterarbeid

Skriv en kort rapport om de ulike bergartstypene. Ta gjerne med bilder fra bergarter til hver hovedtype; "prikkete, stripete og lag på lag". 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.

6.2 Bergarter - “Stripete, prikkete og lag på lag - elevoppgaver



Figur 75: Hvilken type bergart er dette?

Utstyrsliste:

Feltbok
Blyant
Kamera

6.2.1 Forarbeid

Oppgave 1- “Stripete, prikkete og lag på lag”

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

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

Fyll ut følgende tabell:

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

Oppgave 2 - Studering av steinsamling

Studer steinsamlingen dere har på skolen. Du skal finne tre eksempler fra hver hovedtype av bergartene, altså tilsammen 9 bergarter. Bruk kjennetegnene som du lærte i oppgaven over (stripete, prikkete, lag på lag). 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?

6.2.2 Feltarbeid (alternativt)

En mulighet er å besøke Tiller kirkegård for å studere ulike bergarter innenfor hver bergartstype; "stripete, prikkete og lag på lag". Her vil man kunne se veldig gode og tydelige eksempler på de forskjellige gravsteinene.

Oppgave 1 - klassifisering av bergarter

Klassifiser bergartene i gravsteinene eller som sedimentære, magmatiske eller metamorfe ut fra deres tekstur (stripete, prikkete eller lag-på-lag) (og prøv eventuelt å gjette hva slags bergarter det er).

6.2.3 Etterarbeid

Skriv en kort rapport om de ulike bergartstypene. Ta gjerne med bilder fra bergarter til hver hovedtype; "prikkete, stripete og lag på lag". 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.

7. Nyttige lenker

NGU: Kart.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

http://www.ngu.no/FileArchive/159/ngu_forskningstorget_06.pdf

H. Fossen: Interaktiv bergartsmodul:

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

8. Kilder

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Andre sentrale kilder til Norge og kvartærgeologi/løsmasser:

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

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

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

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

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

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

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

1. Fjordbunnen hever seg



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



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



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

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

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



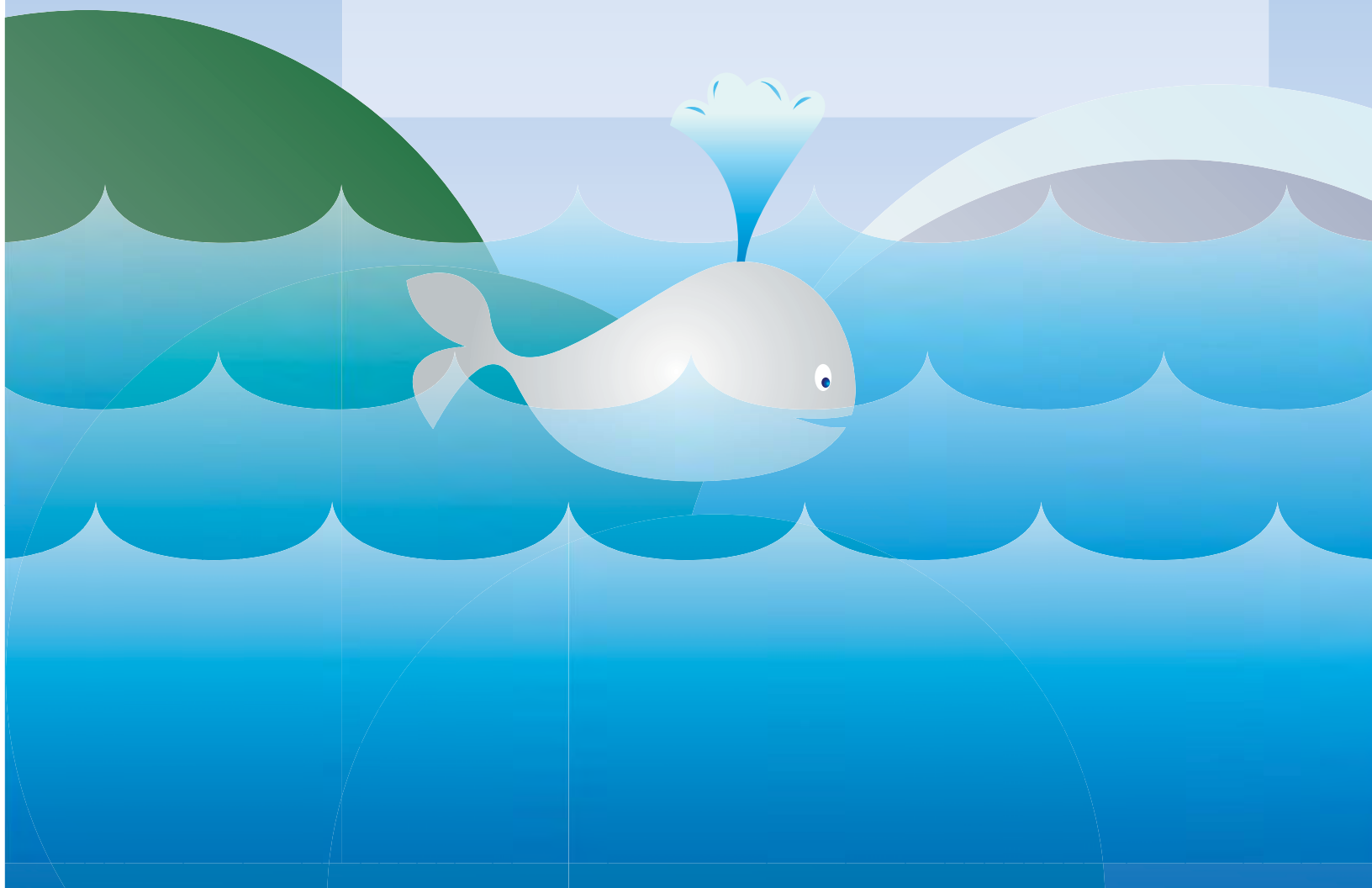
Tenk deg at du er i restauranten i Tyholtårnet: For 10.000 år siden ville det vært som å sitte i en båt og se innover mot strendene på Dragvoll og øverst på Sverresborg.

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

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

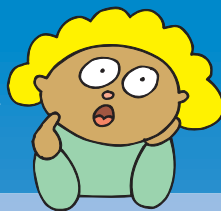
Og forresten: Her vi står nå – midt på Torget i Trondheim – forsvant saltvannet for 1700-1800 år siden.

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



2. Nidelva endrer løp

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



Nidelva og stranda for 8800 år siden.

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

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

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.



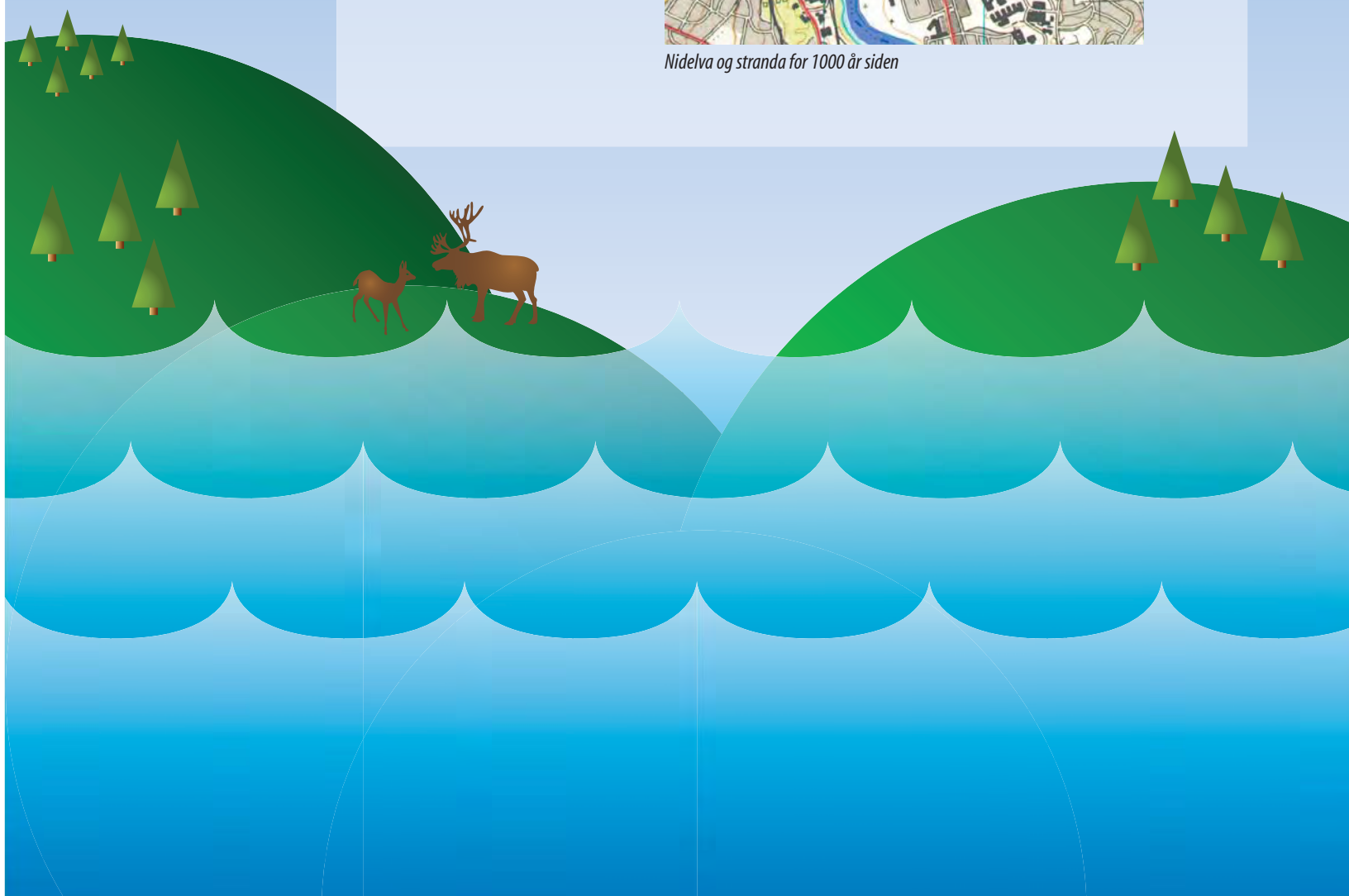
Nidelva og stranda for 2000 år siden.



Nidelva og stranda for 1500 år siden.



Nidelva og stranda for 1000 år siden

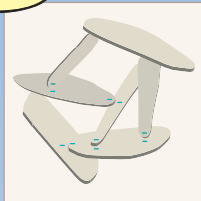


3. Farlig kvikkleire

Hva er kvikkleire?



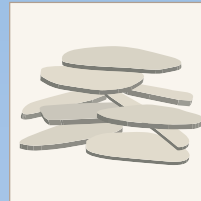
Leire i saltvann
Ser du; det ligner litt på et korthus. Saltet binder sammen leirkornene.



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).

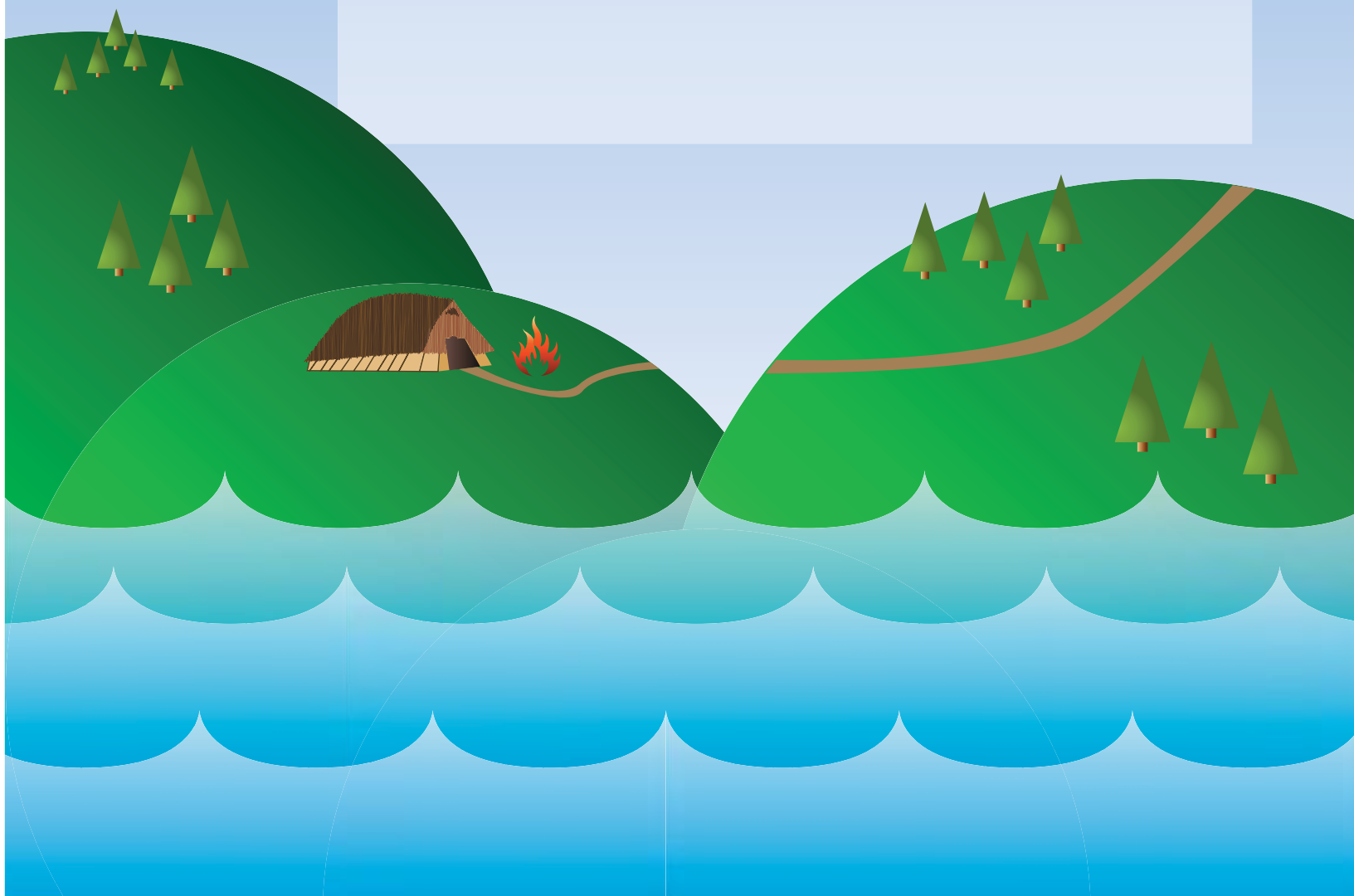


Kvikkleire som har blitt flytende snor seg rundt en bjørk som en tykk grøt.

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 viser kart over hvor det finnes kvikkleire. Innholdet her brukes blant annet av kommunene før de gir tillatelse til nybygg eller sprengingsarbeid.



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



5. Sikring

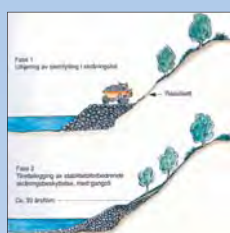


I dag går det an å sikre seg!



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

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



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



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

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

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

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



KVIKKLEIRESKRED I TRONDHEIM

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

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



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
Nettside www.ngu.no