



GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·

NGU RAPPORT
2021.021

Nordlige Orkdals kvartærgeologi.
Beskrivelse til Kvartærgeologisk kart
(1:20.000)



Rapport nr.: 2021.021	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Nordlige Orkdals kvartærgeologi. Beskrivelse til Kvartærgeologisk kart (1:20.000)			
Forfatter: Louise Hansen og Lina Gislefoss	Oppdragsgiver: NVE og NGU		
Fylke: Trøndelag	Kommune: Orkland Kommune		
Kartblad (M=1:250.000)	Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:	Sidetall: 28 Kartbilag: 1	Pris: 160 kr	
Feltarbeid utført: 2016-2018	Rapportdato: 20/4-2023	Prosjektnr.: 368400/368000	Ansvarlig: <i>Lilja R. Bjarnadóttir</i>
Sammendrag: <p>Nordre Orkdal i Orkland kommune inkluderer Orkanger by ved Orklas utløp i Orkdalsfjorden. I de senere år ble det utført kvartærgeologisk detaljkartlegging (1:20.000) i denne delen av dalføret med fokus på arealer under marin grense (MG) som ved Orkanger er rundt 160 moh.. Kvartærgeologiske kart (løsmassekart) er grunnlagskart som gir oversikt over løsmassenes utbredelse i landskapet og deres dannelse samt informasjon om landformer og ulike lokale fenomener. Slike kart kan brukes i flere sammenhenger som vedrører naturgrunnlaget. Blant annet er kartene et viktig utgangspunkt for kartlegging av områder potensielt utsatte for skred, da de viser de generelle egenskapene til løsmassene, i tillegg til spor etter aktiv erosjon og tidligere skred. Kartene kan dermed fortelle litt om hvor utsatt et område er for slike hendelser. Området er tidligere kartlagt i målestokk 1: 50.000 (Orkanger 1521 I) men dette kartet, som er gammelt, ble vurdert som grovt og av lav presisjon.</p> <p>Det nye kartet, Nordre Orkdal (1:20.000), viser, som det gamle kartet, at de sentrale deler av dalføret er dominert av elveavsetninger og at dalsidene for en stor del er dominert av hav- og fjordavsetninger med lokale forekomster av breelvavsetninger. Det nye kartet avdekker flere områder der fjell ligger i landoverflaten samt flere spor etter skred av forskjellig størrelse og type. Dette gjelder både lokale utglidninger i løsmasser, kollaps av bratte fjellsider, og store skred i marin leire der flere av disse kan ha involvert kvikkleire. Noen av disse skredene har etterlatt seg tydelige groper og områder med skredmasser i dalbunnen. Enkelte av disse skredene er kjente fra historiske skredhendelser. Andre mer diffuse spor etter skred synes å involvere store deformasjoner av marine avsetninger langs dalsidene.</p> <p>Både kart og innværende rapport, som begge er tilgjengelige gjennom NGUs nettbaserte karttjenester, kan brukes i arealplanlegging og forvaltning, og kan i tillegg danne grunnlag for undervisning, forskning og arkeologiske arbeider.</p>			
Emneord: Løsmasser	Kvartærgeologi	Leire	
Kartlegging	Erosjon	Skred	
Stabilitet	Landskapsutvikling	Fagrapport	

INNHOOLD

1. INNLEDNING.....	4
Om kvartærgeologiske kart og deres bruk	5
2. NORDLIGE ORKDALS KVARTÆRGEOLOGI	7
2.1 Løsmassetyper og landformer	8
2.2 Spor etter skred.....	18
3. KVARTÆRGEOLOGISK UTVIKLINGSHISTORIE	22
3.1 Nedisning og deglasiasjon	22
3.2 Strandforskyvning	23
3.3 Elveerosjon, terrassedannelse, marin sedimentasjon og skred	23
4. VIDERE ARBEID MED DEN DYPE DALFYLLINGEN	25
TAKK.....	25
5. LITTERATUR.....	26

VEDLEGG 1

Hansen, L. og Gislefoss, L. (2019) Nordre Orkdal M 1:20.000. Norges geologiske undersøkelse. Kartet er tilgjengelig i NGUs nettbaserte kartinnsyn:

[Løsmasser \(ngu.no\)](https://www.ngu.no)

1. INNLEDNING

Kvartærgeologiske kart er grunnlagskart som gir oversikt over løsmassenes utbredelse i landskapet, landformer, generelle egenskaper med mer, og danner basis for forståelse av landskapets oppbygging og utvikling siden istiden. Kvartærgeologiske kart er viktig for forvaltning av landskap og areal, inklusiv vurdering av sårbarhet og geofarer. Kartene viser for eksempel spor etter tidligere skred og erosjon, og kan dermed fortelle noe om hvor skredutsatt et område kan være. Slike kart fungerer også som et grunnlag for planlegging av detaljundersøkelser ved for eksempel grunnboring eller geofysikk. Les mer om kvartærgeologi, kvartærgeologiske kart og deres bruk på www.ngu.no.

Kvartærgeologisk detaljkartlegging ble utført i en del av Orkland kommune i målestokk 1:20.000 i perioden 2016-2018 (Hansen og Gislefoss 2019; vedlegg 1). Kartet dekker den nordligste delen av Orkdal og inkluderer sidedalen Skjenalddalen. Denne rapporten beskriver hovedtrekkene i kvartærgeologien som ble avdekket under kartleggingen og oppsummerer den kvartærgeologiske historien til området med referanser til tidligere arbeid. Kartet er tilgjengelig på NGUs nettbaserte karttjenester [Løsmasser \(ngu.no\)](http://Løsmasser.ngu.no). Det detaljerte kartet vises ved å velge ‘Kart’/’Temakart’/’Løsmasser detaljkart: Fullstendig kartografi’.



Figur 1. Utsikt over Orkdal mot nord fra Egga. Elven Orkla til venstre renner ut i Orkdalsfjorden i bakgrunnen. Skråningene langs dalsidene er dominert av hav- og fjordavsetninger (leire). Bemerkt haugen med tett granskog i midten av fotoet ved Engan som er en stor skredblokk med leire som en gang gled ut fra skråningene i den østlige side av dalen. Ved foten av haugen og mot elven ses fargeforskjeller i åkeren mellom leire (grå) og elvemateriale til venstre (brunlig).

Om kvartærgeologiske kart og deres bruk

Kvartærgeologiske kart, også kalt løsmassekart, gir ved hjelp av fargepolygoner en oversikt over ulike løsmassetypers utbredelse i landskapet, og deres dannelsesmåte. Dette gjelder for eksempel elve- og bekkeavsetninger (gul), morene-materiale (grønn), strandavsetninger (mørk blå) og hav- og fjordavsetninger (mellomblå). Kartene inneholder også linje- og punktsymboler som representerer ulike overflateformer, generelle kornstørrelser med mer. De kvartærgeologiske kartene gir oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling og forventede egenskaper. De resulterende kartproduktene, som tar flere år å produsere, presenteres i 2D, men representerer en geologisk virkelighet i 3D eller i 4D hvis man inkluderer tidsaspektet. Produksjon av kvartærgeologiske kart krever en bred kvartærgeologisk utdanning og flere års opptrening i kartlegging som involverer feltarbeid kombinert med tolkning av LiDAR, flyfoto, eksponerte sedimenter, geofysiske data som for eksempel Georadar (GPR; Tassis 2021), radiokarbondateringer med mer.

Marin leire, herunder kvikkleire, opptrer innen løsmasstypen 'hav- og fjordavsetninger' og finnes bare under det høydenivået som kalles marin grense (MG). Denne grensen representerer det høyeste nivået havet har stått etter siste istid. Man bør være klar over at leire mange ganger kan opptre i dypet under andre avsetninger, slik som for eksempel strand-, elve- og bekkeavsetninger eller myr (Fig. 2). For mer informasjon om MG og om hvordan man kan bruke MG sammen med det kvartærgeologiske kartet som utgangspunkt for å finne marin leire og kvikkleire, se: [Marin grense | Norges geologiske undersøkelse \(ngu.no\)](https://www.ngu.no/tema/marin-grense). Se også [Mulighet for marin leire \(MML\) | Norges geologiske undersøkelse \(ngu.no\)](https://www.ngu.no/tema/mulighet-for-marin-leire). For konkrete registreringer av mulig kvikkleire henvises det til Nasjonal database for grunnundersøkelser NADAG [Nasjonal database for grunnundersøkelser \(ngu.no\)](https://www.ngu.no/tema/nadag).

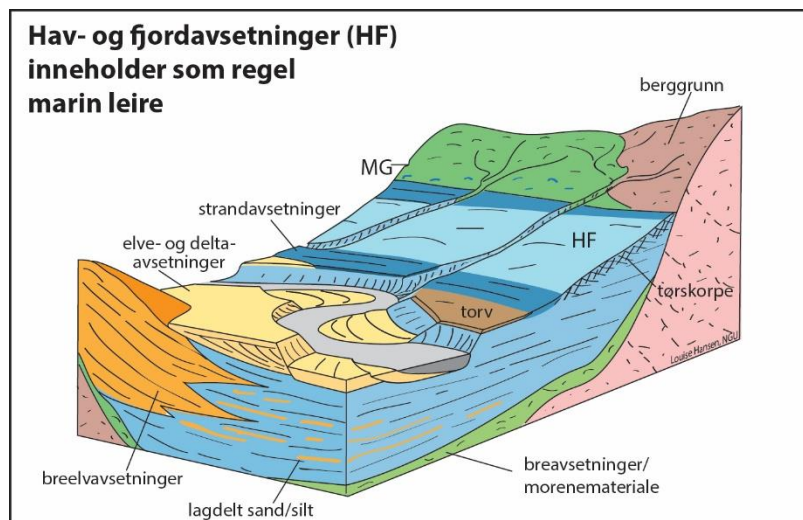
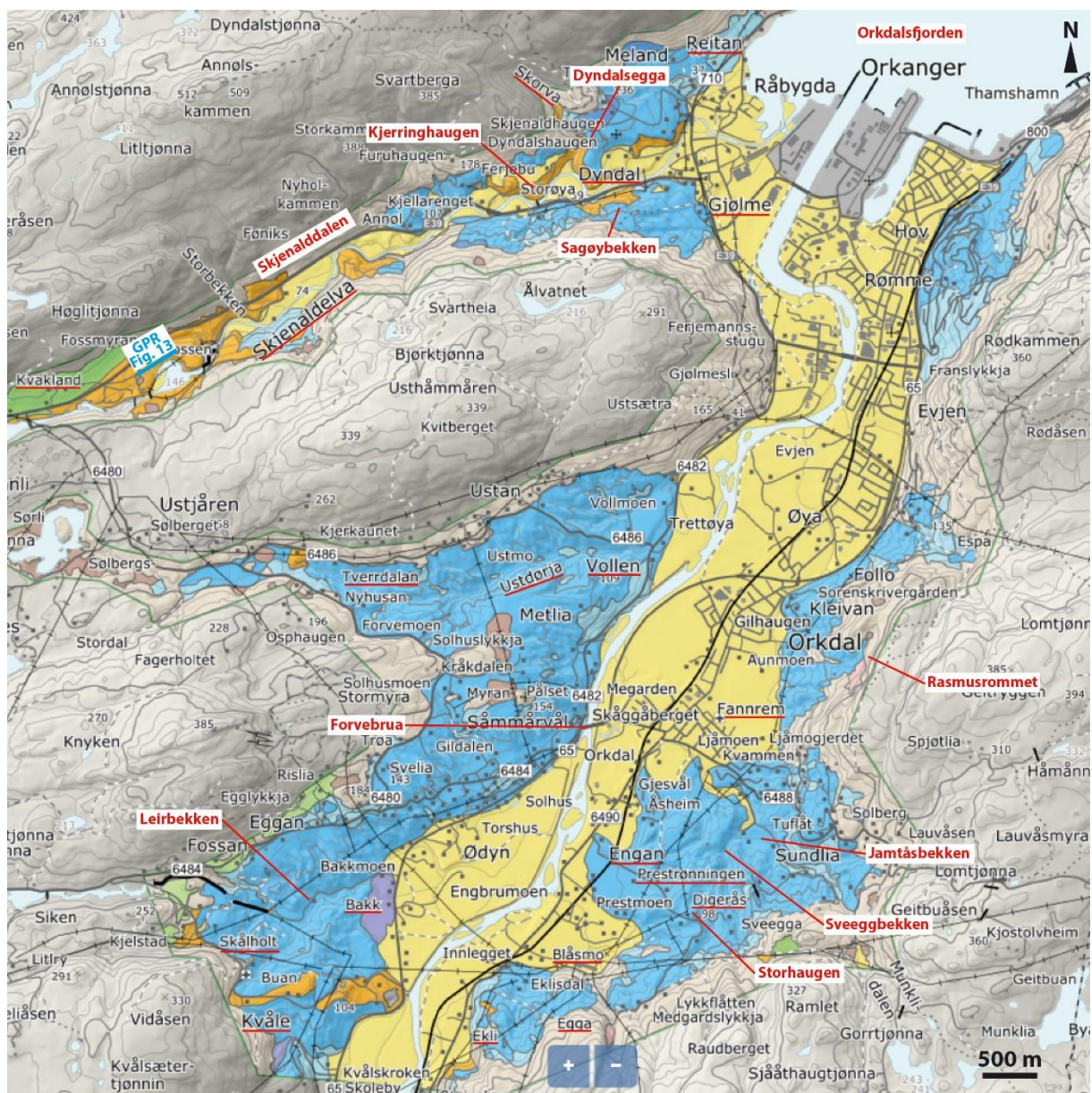


Fig. 2. Forenklet skisse som viser hvordan avsetningstyper under marin grense typisk kan være organisert.



Figur 3. Oversikt over det kartlagte området der de lokale navnene benyttet i teksten er fremhevet med rød farge. Plassering av et georadar profil (GPR) er fremhevet med rød farge. De fargede områdene representerer for eksempel elve- og bekkeavsetninger (gul), hav- og fjordavsetninger (mellomblå), breelavsetninger (oransje), morene-materiale (grønn). Linje- og punktsymboler er utelatt for oversiktlighetens skyld. For full symbolisering, se vedlegg 1 og [Løsmasser \(ngu.no\)](http://Løsmasser.ngu.no)

2. NORDLIGE ORKDALS KVARTÆRGEOLOGI

Elven Orkla er over 180 km lang og utspringer fra Orkelsjøen i Oppdal kommune i 1058 meters høyde. Kvartærgeologien for mesteparten av Orkdals arealer under det man kaller marin grense (se herunder) er tidligere kartlagt i 1:50.000 og dekker kartbladene Holønda, Løkken og Orkanger (Reite 1975, Reite 1977; Reite 1983; Reite 1984; Olsen mfl. 2011). Det detaljerte kvartærgeologiske kartet (1:20.000) som beskrives her dekker den nordligste delen av Orkdal der Orkla munner ut i Orkdalsfjorden ved byen Orkanger (Fig. 1 og 3; Vedlegg 1). Nordre Orkdal domineres av utstrakte elveavsetninger i dalbunnen langs Orkla mens tykke, finkornede hav- og fjordavsetninger vekslende med blottet fjell dominerer flere av skråningene langs dalsidene (Fig. 1 og 3). Lokale breelvavsetninger finnes flere steder. Overordnet sett avspeiler løsmassefordelingen i dalføret tilbaketrekning av breer ved slutten av siste istid etterfulgt av en fase med et høyt havnivå som over flere tusen år gradvist falt til det nåværende nivået. Det høyeste nivået kalles for marin grense (MG). Denne historien, som utdypes sist i rapporten, er felles for mange norske fjorddaler og er styrende for den geologiske oppbyggingen av dagens landskap. Overordnede lagfølger vil typisk avspeile denne historien med breavsatte sedimenter nederst som overlages av havavsetninger og med terrestriske avsetninger, for eksempel elveavsetninger, på toppen (Fig. 2).

Berggrunnen i de høyere delene av terrenget er som regel dekket av humus eller et tynt morenedekke og er stedvis preget av forvitring. Berggrunnen er også blottet langs bratte dalsider og langs vestsiden av Orkla ved Vollen. Berggrunnstypene, som blant annet domineres av granatglimmerskifer i store deler av området og av omdannede sandstein nord for Skjenalddalen, er beskrevet av Gasser mfl. (2018). Hovedtrekkene i de kvartærgeologiske forholdene er beskrevet i det følgende.

2.1 Løsmasstyper og landformer

Morenemateriale, som typisk består av en blanding av grovere og finere masser avsatt av breer, er kun registrert lokalt i dalførene og i de høyereliggende områdene med fjell. Den eneste avsetningen med noe utbredelse i dalbunnen er registrert helt vest i Skjenalddalen ved Kvakland (Fig. 3, Vedlegg 1). Morenemateriale er registrert lokalt under andre løsmasstyper, for eksempel i Skjenalddalen ved Kjerringhaugen der både morenemateriale og breelvavsetninger er blottet i en høy elveskjæring (Fig. 4).



Figur 4. Høy skjæring langs Skjenaldelva ved Kjerringhaugen. En lagdeling som heller litt mot høyre (øst) kan anes der grålig morenemateriale overlages av (bre)eluveavsetninger. Radiokarbondatering av små kalkskallede organismer fra morenematerialet gir aldre nærmest 40.000 år før nå. De mikroskopiske skjellene er omlagrede og inneholder materiale fra en tidlig marin fase (Fretheim & Sveian, 2010).



Figur 5. Eksponert hav- og fjordavsetning av leire langs Orkla ca. 200 m nord for Forvebrua. Leire sees som mindre lyse felt under vann og som en grålig masse i brinken til høyre.



Figur 6. Lagdelte hav- og fjordavsetninger av leire, silt og sand som overlager breelavsetning i grusig sand (se nederst til venstre) nær Sagøybekken i Skjenalddalen (ca. 75 moh.).

Hav- og fjordavsetninger består typisk av leire, silt og/eller finsand som er avsatt i sjøen. Slike avsetninger dominerer de fleste av dalsidene i dalføret og ligger, som forventet, alltid under marin grense (MG), som ved Orkanger er rundt 160 moh. (Nordahl-Olsen 1984). I den flate dalbunnen kan hav- og fjordavsetninger også observeres lokalt under et tynt lag med elveavsetninger for eksempel 200 m nord for Forvebrua (Fig. 5). Hav- og fjordavsetningene varierer fra homogen leire til mer varierte masser med lag av sand og silt (Fig. 6). Langs dalsidene, i grensen til de høyere områdene med fjell, litt morenemateriale og humusdekke, sees enkelte platå i de fine massene rundt 140 moh. (Fig. 7). Ellers er dalsidene med hav- og fjordavsetninger erodert av flere V-formede nedskjæringer med mer eller mindre aktive bekker, hvilket skaper flere markante rygger i leire mellom bekkene. I større områder med hav- og fjordavsetninger danner bekkene et forgrenet mønster for eksempel langs Ustdørja, Jamtåsbekken og Leirbekken. Et enkelt sted sør for Jamtåsbekken synes noen sidebekker å danne et system av rygger tildels parallelt med hoveddalen (Fig. 8), uten at dette umiddelbart ser ut til å være styrt av berggrunnens beliggenhet. Enkelte steder langs bekkeyttersving finnes det større partier med blottlagt sediment på grunn av gjentatte grunne utglidninger av både sediment og vegetasjon (Fig. 9). Mindre sår etter aktiv erosjon i leire er vanlig langs sidebekkene (Fig. 10). Langs noen bekkefar er det også registrert blottet fjell, for eksempel langs Ustdørja. I tillegg til nedskjæringene, der bekker gradvis har fjernet leire over tid, er det flere spor etter leirskred i forskjellige størrelse. Dette gjelder skredgroper, det vil si forsenkninger i terrenget der masser har forsvunnet i en skredhendelse, se for eksempel Figur 11. Det finnes også andre typer spor etter skred, se særskilt avsnitt herunder.

I hav- og fjordavsetningene er det mulig å finne fossiler så som marine skjell. Slike skjell kan radiokarbondateres, hvilket gir gi en omtrentlig alder for avsetningen. I Skjenalddalen er det funnet skjell to steder; i en mindre utglidning ved Dyndalsegga (Lok 1) og i en mindre grøft ved Jenshåggån (Lok 2). Aldrene, som er presentert i Tabell 1, hjelper i rekonstruksjon av områdets geologiske historie som presenteres sist i denne rapporten.

Tabell 1. Radiokarbondateringer fra Skjenalddalen

Loka- litet	N koord. EU89 UTM33	Ø koord. EU89 UTM33	Moh.	Skjelltype	Vekt	Lab. nummer	14C år BP	Kalender år BP* (BP: før nå, dvs før 1950)
Lok 1	7031089	239200	100	Macoma calcarea (el.)	0,171 g	Poz-105960	11550 ± 70 BP	12880 ± 180
Lok 2	7030158	238262	105	Hiatella arctica	0,435 g	Poz-105961	11810 ± 70 BP	13130 ± 200

*Kalibrert mot MARINE20 (Heaton mfl. 2020)



Figur 7. Utsikt på tvers av Orkdal fra Eggan mot Blåsmo og Egga på østsida av dalen. Merk de utstrakte elveslettene i dalbunnen og det markante toppnivået av åkrene i bakgrunnen på 140 moh., som representerer en gammel fjordbunn i hav- og fjordavsetninger (leire) litt under den marine grensen.



Figur 8. Utsikt over terreng i leire fra Digerås på tvers av nedskjæringen fra Sveeggbekken mot Storhaugen i midten av fotoet. I bakgrunnen sees elveslettene langs Orkla og det skrånende terrenget med leire langs den vestlige siden av Orkdal. Merk de markante ryggene i leire i midten av bildet.



Figur 9. Bak greinene kan det sees et større parti med blottlagt sediment på grunn av gjentatte grunne utglidninger av både sediment og vegetasjon i ytersving langs Leirbekken. Erosjonen skjer i et område der det er registrert (sannsynlig) kvikkleire ([Kvikkleiresoner \(nve.no\)](http://Kvikkleiresoner.nve.no)). Foto: Louise Hansen



Figur 10. Lite parti med aktiv erosjon i leire langs sidebekk til Sveeggbekken før dens utløp i Jamtåsbekken. Bekken er farget grå på grunn av oppslemmet materiale.



Figur 11. Foto over erodert terreng i leire ved Ustdørja. Terrasseplatået midt i fotoet ved Nyhusan er omtrent 140 m over havet. Området nedenfor kanten er litt uregelmessig og tolkes som en gammel skredgrop.

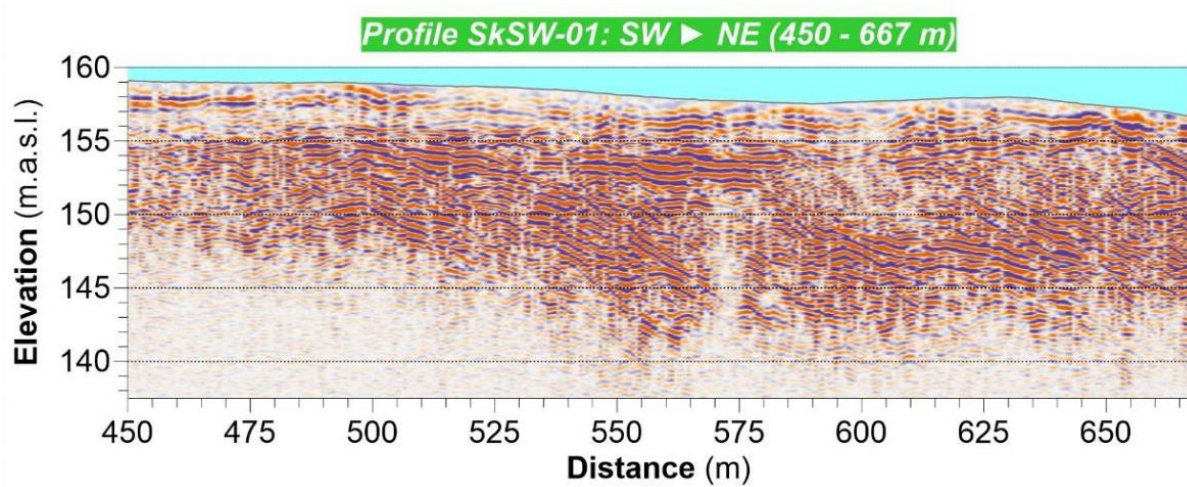


Figur 12. A) Oversiktsfoto tatt mot øst fra Ekli-området mot Kvåle på vestsida av Orkla. Landskapene over elveterrassene domineres av hav- og fjordavsetninger bortsett fra beltet mellom markørene for B og C som domineres av sand og grus. Skredavsetninger i leire er markert med små blå sirkler. Markeringen lengst til høyre ligger på skredavsetninger fra 1500 eller 1600-tallet ved gården Bakk (Fretheim & Sveian 2010). B) Foto fra øvre grustak ved Kvåle. C) Nedre grustak ved Kvåle da det ennå var graveaktivitet. Foto: Harald Sveian (2008).

Breelavsetninger består av sand, grus og stein fra breers smeltevann. Slike avsetninger finnes flere steder i det kartlagte området. En markant øst-vestgående sone med breelavsetninger, delvis dekket av hav- og fjordavsetninger, finnes i den sørligste delen av det kartlagte området ved Kvåle der det har vært flere grustak (Fig. 12A). Grusavsetningen inneholder skrålag som heller i nordlig retning (Fig. 12B, C). Denne breelavsetningen er datert til rundt 13.000 år før nå basert på radiokarbondatering av skjell fra leire som draperer grusavsetningen (Fretheim & Sveian, 2010).

Utbredte breelavsetninger er også registrert lengst vest i Skjenalddalen (Fig. 2), der de utgjør et markant terrassenivå som regnes for marin grense på omkring 160 moh. (Nordahl-Olsen 1984). Breelvdeltaet bygget seg mot nordøst med tilførsel av sediment og smeltevann fra en bretunge fra vest med front ved Kvakland (Fig. 2). Georadarmålinger er velegnede til å

studere de interne strukturene i slike sand- og grusholdige breelvavsetninger, så som for eksempel skrålag og topplag til et breelvdelta (Fig. 13, Tassis 2021).



Figur 13. Eksempel på georadarprofil fra breelvavsetninger i Skjenalddalen (Tassis 2021). Avsetningene er avsatte i et breelvdelta med skrålag hellende mot nordøst og horisontale topplag bygd opp til marin grense på ca. 160 moh.

Breelvavsetninger er også registrert under andre løsmassetyper lengre nedstrøms i Skjenalddalen ved Dyndal (Fig. 3 og 14). Mindre parti med breelvavsetninger er også registrert ved Tverrdalan langs Ustdørja og ved Skålholt oppstrøms Leirbekken (Fig. 3).



Figur 14. Østlig hellende skrålag i breelvavsetninger som er eksponert under hav- og fjordavsetninger langs Skorva ved Dyndal (Fig. 3).

Elveavsetninger i stein, grus, sand og silt finnes først og fremst på de vidstrakte terrassene langs Orkla. Tilsvarende terrasser, om enn mindre, finnes også langs Skjenaldelva. Terrassene finnes i ulik høyde, men primært under 40 moh. Terrassene utviser tallrike spor etter tidligere elveløp samt elve- og bekkenedskjæringer (Vedlegg 1). Elveavsetningene er typisk et par meter tykke med horisontale sand- og gruslag (Fig 15). Enkelte steder er elveavsetningene bare et tynt gruslag over leire (Fig. 5). I noen tilfeller er de tykkere og med skrålag i sand og grus som viser at de er avsatte i forbindelse med et elvedelta (Fig. 16B). Elveavsetninger ligger gjerne over andre avsetningstyper, som for eksempel hav- og fjordavsetninger eller skredavsetninger (Fig. 5, 15 og 16). Geofysiske undersøkelser (GPR) ved Gjølme viser deltaavsetninger som har bygd seg utover skredavsetninger (Hansen mfl. 2019).



Figur 15. Øverst: utgraving ved Ekli sør for Blåsno med elveavsetninger av sand og grus over leire. Leire, som er lagdelt, viser tegn til deformasjon langs glideplan og består sannsynligvis av skredmasser. Nederst: Sand og svakt hellende gruslag i Orkanger sentrum ved Rømme.



Figur 16. A) Nordlig hellende skrålag i deltaiske elveavsetninger på slettene langs Orkla ved Megarden. Utgravingen er utført i kanten av en elveterrasse på omtrent 15 moh. Den løse grusen i toppen av skjæringen er fyllmasser. B) Detalj av skrålagene. C) Utgravingen fortsetter ut på en lavere liggende elveterrasse (9 moh.) ved foten av det høyere terrassenivået. Her finnes det silt og leire (grå) under omtrent en meter grus.

2.2 Spor etter skred

Det er ulike spor etter skredaktivitet i den kartlagte del av Orkdal. Dette gjelder ikke minst i områder med hav- og fjordavsetninger der det både finnes **groper etter leirskred** og **leirskredsavsetninger** der sistnevnte noen steder strekker seg helt ut på elveslettene langs Orkla. Skredgropene varierer fra tydelige gropformer til enkle kanter (Fig. 11). En stor leirskredsgrop er registrert ved Prestrønningen. Det finnes enkelte tydelige skredgroper ved munningen av Skjenalddalen inklusive en gropform med en relativt smal munning, hvilket er typisk for skred som involverer kvikkleire. Dette overrasker ikke da det er registrert **kvikkleire** flere steder i området ([Nasjonal database for grunnundersøkelser \(ngu.no\)](http://Nasjonal%20database%20for%20grunnunders%C3%B8kelser%20(ngu.no))). Forekomst av kvikkleire foreklares generelt ved at salt i porevannet i marin leire er blitt vasket ut ved årtusenens grunnvannsbevegelse. Dette har destabilisert kornstrukturen og kvikkleire kan fort endre seg fra fast masse til å bli flytende ved overbelastning. Skred som involverer kvikkleire kan få stort omfang selv i områder med lite relieff. For mer informasjon om leirskred og kvikkleire, se for eksempel [Kvikkleireskred | Norges geologiske undersøkelse \(ngu.no\)](#) og [Om kvikkleire - NVE](#).

Leirskredavsetninger kan enten bestå av lag med leire som har flyt ut, eller av intakte blokker av leire som har forflyttet seg, eller en kombinasjon av disse. Et tykt lag av leirskredsavsetninger på en elveterrasse finnes ved Bakk og er radiokarbon-datert til 15-1600 tallet (Fretheim & Sveian, 2010; Fig. 12A). Massene stammer fra utmunningen av Leirbekken der det er registrert skredgroper langs sidebekkene. På tilsvarende måte finnes det på motsatt side av Orkla ved Blåsmo raviner med spor etter skred og diffuse skredmasser på elveslettene nedenfor. Spor etter et større skred av ukjent alder, der skredmasser strekker seg et stykke ut i dalbunnen helt frem til Engan, finnes øst for Prestrønningen (Fretheim & Sveian, 2010; Fig. 1). Skredmasser fra leirskred har sin egen lyslilla farge på kvartærgeologiske kart (se for eksempel, vedlegg 1). Imidlertid kan slike skredmasser være vanskelige å avgrense nøyaktig så derfor er de noen ganger symbolisert på disse kartene med punktsymboler bestående av små blå ringer på for eksempel hav- og fjordavsetninger eller elveavsetninger.

Det er imidlertid også mer **diffuse spor etter leirskredhendelser**. For eksempel er knekk i terrenget langs dalsidene med hav- og fjordavsetninger sannsynligvis et resultat av større forhistoriske setninger. Dette gjelder for eksempel skråningene rett nord for Kvåle (blå sirkler; Fig. 12A). Et terrasselignende platå ved Gjølme vest for Orkanger sentrum har ved hjelp av geofysiske undersøkelser vist seg å inneholde et gammelt leirskredskompleks (Hansen mfl.

2019). Videre inneholder elveterrasser sør for Blåsmo leire som viser tegn til å være deformert (Fig. 15).

Mellom Fannrem og Prestrønningen er det et stort parti med hav- og fjordavsetninger som er spesiell fordi det representerer et større ‘fremspring’ av leire som ikke holder seg til dalsiden, men som stikker et stykke ut i dalføret. ‘Fremspringet’ inneholder spor etter større skred som for eksempel skredet ved Prestrønningen nevnt ovenfor. Videre er det registrert skredmasser over grus ved Grøtte skole, og landskapet med leire øst for plataået ved Orkdal kirke inneholder også litt utydelige spor etter skred til tross for at området, som så mange andre, er blitt bakkeplanert. Samlet sett er det spesielle ‘fremspringet’ muligens en del av et enda større bilde. Det store leirrike landskapet med hav- og fjordavsetninger mot øst med sine mange raviner, bekkenedskjæringer og store rygger kan muligens tildels bestå av et mektig **skredkompleks i leire**. De store ryggene i leire kan faktisk representere store blokker fra meget store forhistoriske massebevegelser, som i etterkant er modifisert gjennom bekkeerosjon (Fig. 8). Se nærmere forklaring i den geologiske historien herunder.

I tillegg til spor etter skred i leire er det også registrert spor etter enkelte større **steinskred**. Dette gjelder ved Rasmusrommet umiddelbart nordøst for Fannrem og langs en sidebekk ved Egga i den sørligste del av det kartlagte området (Fig. 17 og 18). Begge steder finnes det markante hauger med store, kantede steinblokker nedenfor bratte skrenter i fjell.



Figur 17. store kantede steinblokker nedenfor en bratt fjellskrent langs en bekk ved Egga sør for Blåsmo.



Figur 18. Meterstore, kantede blokker nedenfor bratt fjell skrent ved Rasmusrommet nordøst for Fannrem.



Figur 19. Grop etter et ferskt jordskred i Skjenalddalen. Materialet som er sklidd ut består primært av sand og grus og underliggende fjell er blottet i gropen. I bakgrunnen ses Dyndalsegga der det finnes tykke hav- og fjordavsetninger i leire over grus. I den skogkledde skrenten til venstre langs egga er det også spor etter gjentatte, grunne utglidninger i grus under leire.

Det er også spor etter flere, unge og **grunne skred**. Noen av disse finnes i tilknytning til bekkenedskjæringer i hav- og fjordavsetninger (se for eksempel Fig. 10). Andre er løst ut langs med dalsidene og har utviklet seg til mindre jordskred (Fig. 19). Det er ikke uvanlig at disse er utløst i et tynt lag av løsmasser over fjell. Felles for de grunne skredene er at de relativt raskt vil jevnes ut gjennom naturlige prosesser eller gjennom bakkeplanering og gro til, og dermed forsvinne i landskapsbildet. Derfor er det sannsynlig at sporene etter mange tidligere skredhendelser etter hvert er blitt hvasket ut.

Bakkeplanering er vanlig i områder med landbruk. Dette går vanligvis bra, men 19. februar 2019 ved Reitan nordligst i Orkdal, ble det utløst et grunt skred i en gjenfylt ravine og en person ble drept i et hus nedenfor (Nordal mfl. 2019). Sporene i landskapet etter dette skredet er i dag vanskelig å se.

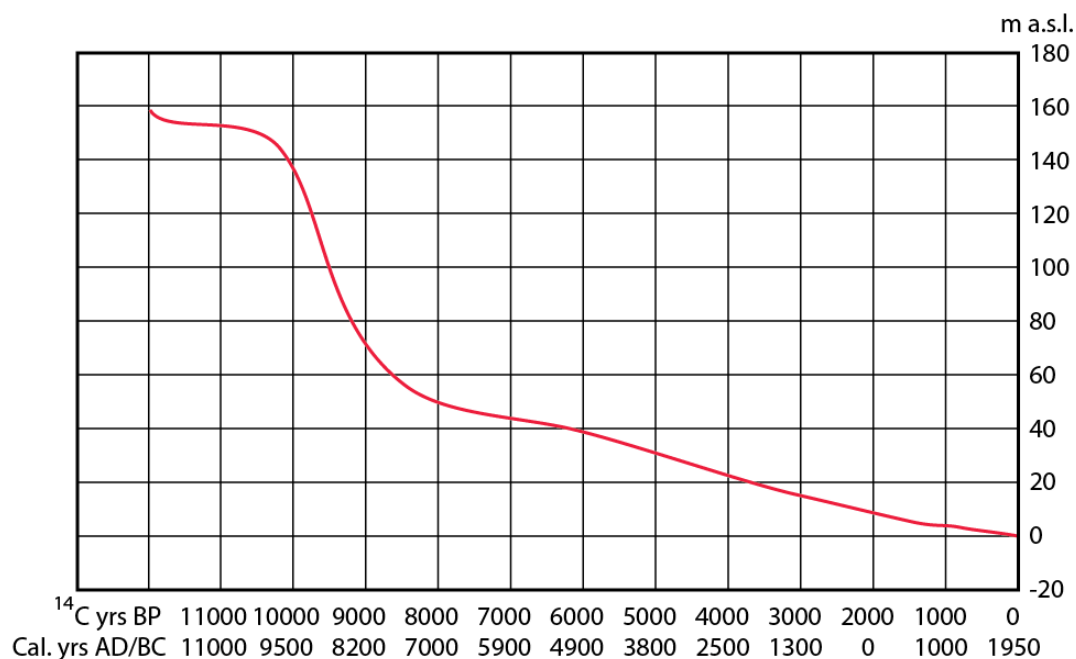
3. KVARTÆRGEOLOGISK UTVIKLINGSHISTORIE

3.1 Nedisning og deglasiasjon

Isbreene som dekket Norge i perioder under siste istid, stod ved kanten av den norske sokkel for omkring 20 tusen år siden (Stroeven mfl. 2016). Breene begynte å trekke seg tilbake fra Trondheimsfjorden rundt 14.000 år før nå (Rise mfl. 2006). Den nordlige del av Orkdal ble fri for breis i løpet av de neste tusen årene. Da jordskorpen enda var grundig trykt ned av ismassenes vekt fulgte havet etter den vikende breranden inn i Orkdal som utviklet seg til en isfjord.

Breene hadde rensket og skuret fjellet, men etterlot seg likevel morenemateriale enkelte plasser. Eldre sedimenter være bevart enkelte plasser eller innarbeidet i morenemateriale slik som er tilfellet i Skjenalddalen ved Kjerringhaugen (Fig. 4). Her viser tilstedeværelsen av daterte mikrofosser i avsetningene at det må ha vært en marin fase rundt 40.000 år før nå, det vil si før den maksimale nedisningen (Fretheim & Sveian 2010). Tilbaketrekking av fjordbreen i Orkdal skjedde ganske raskt og gjerne gjennom kalving av isfjell som fløt bort og smeltet. Noen steder under tilbaketrekkingen stoppet isbreen midlertidig opp, gjerne ved innsnevringer i fjorden eller ved fjellterskler, og det ble avsatt materiale langs brefronten på tvers av fjorden bestående enten av morenemateriale, som ved kvakland i Skjenalddalen, eller av breelvavsetninger som ved Kvåle (Fig. 12). Ved Kvakland ble det etter hvert bygd opp et iskontaktdelta av breelvmateriale omkring 160 moh. (Fig. 3 og 13). Dette nivået markerer marin grense (MG) som er det høyeste nivået havet hadde etter at breene forlot området (Nordahl-Olsen 1984). Marin grense ved Kvåle er også vurdert til å være 160 moh. (Reite 1984). Et mindre breelvdelta ble bygd opp litt lengre nord langs fjellsiden ved Skålholt og støtter tolkningen av en marin grense på 160 moh. (Hansen, L. & Gislefoss 2019). Det finnes andre mindre breelvavsetninger som for eksempel ved Tverrdalen. Isfjorden strakte seg på et tidspunkt muligens hele 20 km sør for det kartlagte området helt inn til Storås (Fretheim & Sveian 2010).

Mye finkornig materiale ble transportert ut med smeltevannet fra breene og ble avsatt i isfjorden som tykke hav- og fjordavsetninger inklusiv marin leire. Avsetningene kan inneholde grovere innslag, ikke minst i grensen mot breelvavsetninger, morenemateriale eller fjell, eller kan stamme fra materiale som er vasket ned fra dalsiden. Radiokarbondatering av skjell funnet i lag rett over grusavsetningen ved Kvåle ga ca. 13.000 år før nå (Olsen mfl. 2015). Dette betyr at breen hadde trukket seg lengre sør før dette og var erstattet av en isfjord. De daterte marine skjellene fra hav- og fjordavsetninger i Skjenalddalen viser også at finkornet materiale akkumulerte i isfjorden rundt 13.000 år før nå (Tabell 1).



Figur 20. Konstruert havnivåkurve fra Orkdalsområdet (Fretheim & Sveian 2010). Tidsskalaen er delt i to. Den nederste skalaen viser kalenderår før/etter Kristi fødsel mens den øverste viser målte radiokarbon år. For nærmere forklaring av kurven se, Fretheim & Sveian (2010).

3.2 Strandforskyvning

Den minkende belastningen fra breer gjorde at landet begynte å heve seg opp av havet og dermed begynte havnivået å falle relativt sett. Fallet var ganske raskt i begynnelsen og avtok deretter (Fig. 20). Sedimentasjonen fortsatte i fjorden under landhevingen. Det markerte nivået i hav- og fjordavsetningene på ca. 140 moh. avspeiler en tidlig havbunn som selvsagt lå litt under datidens havnivå (Fig. 7 og 11). Dannelsen av dette markante nivået kan ha funnet sted i forbindelse med en intens kuldeperiode ved slutten av siste istid kalt Yngre Dryas (ca. 12,7-11,5 tusen år før nå), der det var et par markante isfremrykk blant annet i Trøndelag (Olsen mfl. 2015). Under denne perioden var det oppbygging av is på land, der landhevingen ble forsinket og havnivåfallet minket i en periode (Fig. 20). Yngre Dryas ansees da også som ansvarlig for flere høytliggende og markerte terrengnivå i andre deler av det nordlige og vestlige Norge, også i fjell, som et resultat av en kombinert påvirkning fra is og bølger (Hovedstrandlinja; for eksempel Høgaas & Sveian 2015). På grunn av landhevingen ligger de fjordavsatte sedimentene, inklusive marin leire, nå på tørt land langs dalsidene og i dybden under elveavsetningene sentralt i dalen.

3.3 Elveerosjon, terrassedannelse, marin sedimentasjon og skred

Under havets tilbaketrekking til dagens havnivå skjedde det mange endringer i landskapet på grunn av elve- og bekkeerosjon og trinnvis dannelse av delta- og elveterrasser på stadig lavere nivå. Sedimentasjonen av hav- og fjordavsetninger fortsatte i den minkende fjorden, og man

kan derfor forvente å finne leire og silt av ganske ung alder under de elveavsatte sedimentene i dalbunnen (for eksempel, Fig. 16). Fordi breene var smeltet bort og dreneringsområdet hadde utviklet seg til å ligne på det vi har idag, var sedimentasjonshastigheten dog generelt mye lavere. Under landhevingen skjedde det imidlertid flere skred, hvilket støttes av den detaljerte kartleggingen i nordre Orkdal (Hansen, L. & Gislefoss 2019), og flere av skredene involverte sannsynligvis kvikkleire. Leirskred skjedde også til tider sør for det kartlagte området (Fretheim & Sveian; 2010). Slike leirskred kunne ha forårsaket at det i kortere perioder likevel kunne ha vært hurtig sedimentasjon av leire og eventuelt av skredmasser i den minkende fjorden før de til sist ble drapert av elveavsetninger.

Flere terrassenivåer og forlagte elveløp viser at Orkla har flommet over og skiftet løp mange ganger både i forhistorisk og historisk tid (Fretheim & Sveian, 2010). Høyden på elveterrassene kan brukes grovt til å fastsette deres alder ved hjelp av havnivåkurven for området (Fig. 20). På denne måten er den omtrentlige alderen av flere terrassenivåer blitt bestemt, se Fretheim & Sveian (2010).

De ulike 'fremspringene' langs dalbunnen med både leire og/eller grus er trolig et resultat av forhistoriske skred noen steder i kombinasjon med deltautbygging. Dette sees tydeligst ved Prestrønningen der skredavsetninger er tydelige i dalbunnen (Fig. 1). Ved Gjørme har geofysiske undersøkelser avslørt at området delvis består av et skredkompleks i leire overlagret av deltaiske elveavsetninger (Hansen mfl. 2019). Flere kanter og skråninger i leire langs dalsidene er sannsynligvis også et resultat av skred som for eksempel mellom Kvåle og Bakk (Fig. 12A). Det svære området med rygger i leire sørvest for Jamtåsbekken består muligens også av et svært skredkompleks. Aldrene på flere av disse skredene er ikke kjent, men terrassenivåene kan gi et estimat. Ved Gjørme kan terrassenivået for eksempel tyde på en alder rundt 3000 år (Hansen mfl. 2019).

Flere av de beskrevne skredene, er sannsynligvis utløst av elveerosjon. Maringeologiske undersøkelser i Trondheimsfjorden åpner for at noen tilsynelatende samtidige skredhendelser kan være utløst av jordskjelv (Bøe mfl. 2003). Noen av skredene i Orkdal kan også potensielt være utløst av slike hendelser. Dette kan for eksempel gjelde steinskredsavsetningene ved Egga sør for Blåsmo og ved Rasmusrommet (Fig. 17 og 18). Av nyere skredhendelser i Nordre Orkdal kan nevnes skredhendelsen ved Thamshavn ved Orkdalsfjorden i 1930 der en person omkom (L'Heureux mfl. 2014). Skredhendelsen var ledsaget av en 15 m høy tsunami, sekundære skred og brudd på undersjøiske kabler. Som nevnt ovenfor fant det et overflateskred sted i bakkeplanerte hav- og fjordavsetninger ved Reitan den 16. februar 2019 der en person omkom (Nordal mfl. 2019).

For videre lesning om Orkdal og omegns kvartærgeologiske historie henvises det til kapitlet i boka om Orkdalshistoria (Fretheim, S.E. & Sveian, H. 2010). Kvartærgeologiske beskrivelser av en større region er presentert av Reite (1983; 1984).

4. VIDERE ARBEID MED DEN DYPE DALFYLLINGEN

Den kvartærgeologiske oversiktsinformasjonen med kart presentert i denne rapporten hjelper til med å si noe om hva man kan forvente å finne under overflaten i Nordre Orkdal. Man kan si at kartet har 'prediktiv verdi', og er verdifull grunnlagsinformasjon som brukes ved planlegging av mer detaljerte undersøkelser for eksempel i forbindelse med kvikkleirekartlegging eller lignende. Det kvartærgeologiske kartet for Nordre Orkdal benyttes da også som grunnlagsdata i forbindelse med et pågående 3D prosjekt der dalfyllingen og kvikkleireforekomster studeres og kartlegges med flere typer av geofysiske metoder (Gradmann mfl. 2023). Ved kartlegging av dyp til fjell under løsmassene i dalføret trengs det naturligvis også supplerende data da det kvartærgeologiske kartet for mesteparten kun kan si noe om hvor fjell finnes ved eller i nærheten av landoverflaten. Det omtrentlige dypet til fjell i Orkdal er blitt kartlagt ved hjelp av gravimetriske undersøkelser (Tassis mfl. 2014). Ved munningen av Skjenalddalen er det også utført målinger av løsmassenes elektriske egenskaper med ERT-metoden for å skille forskjellige løsmassetyper (Larsen 2020). Ellers finnes det diverse grunnboringsdata samt geofysikkdata tilgjengelig gjennom Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG, [Nasjonal database for grunnundersøkelser \(ngu.no\)](https://ngu.no)), der datamengden gradvis vil økes i fremtiden. En Master studie ved NTNU om dalfyllingen i Orkdal, som blant annet bruker grunnboringsdata fra NADAG, avsluttes i 2023.

TAKK

Takk til Øystein Stokland for artsidentifikasjon av skjell og til Anders Romundset for kalibrering av radiokarbondateringer.

5. LITTERATUR

- Bøe, R., Rise, L., Blikra, L.H., Longva, O., Eide, A. (2003) Holocene mass-movement processes in Trondheims-fjorden, Central Norway. *Norwegian Journal of Geology* 83, 3-22.
- Fretheim, S.E. & Sveian, H. (2010) Orkdalslandskapet. In: Fretheim, S.E. & Sæveraas, T.E. (Eds.) *Orkdalshistoria, Bind I, fra Istid til 1600*. Orkdal Kommune. 319 pp.
- Gasser, D., Svendby, K., Solli, A. & Slagstad, T. (2018) ORKANGER 1521-1 Berggrunnskart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse
- Gradmann, S., Baranwal, V.C.A., Rønning, J.S., Solberg, I.L., Dagestad, A., Gellein, J., Hansen, L., Kristiansen, T., Larsen, B.E., Penna, I., Sunde, P. og Tassis, G. (2023) Characterizing potential quick clay with a 3D resistivity model in the mid-Norwegian Orkdal valley. 35th Norwegian Geological Winter Meeting at NTNU, 4th-6th January, NGF Abstracts and Proceedings, p. 30.
- Hansen, L. og Gislefoss, L. (2019) Nordre Orkdal M 1:20.000. Norges geologiske undersøkelse
- Hansen, L., Tassis, G., Gislefoss, L. (2019) Radar structure of an ancient shoreline landslide in glaciomarine clay deposits, Orkdalen fjord-valley, mid Norway. 33rd Norwegian Geological Winter Meeting, Bergen 7th-9th January.
- Heaton, T. J., Köhler, P., Butzin, M., Bard, E., Reimer, R. W., Austin, W. E., Ramsey, C. B., Grootes, P. M., Hughen, K. A., Kromer, B. (2020) Marine20—the marine radiocarbon age calibration curve (0–55,000 cal BP), *Radiocarbon*, 62, 779-820.
- Høgaas, F. & Sveian, H. (2015) The Younger Dryas Main Line on Leka, Norway, as determined from a high-resolution digital elevation model derived from airborne LiDAR data. *Geomorphology* 231, 63–71.
- Larsen, B.E. (2020) ERT-undersøkelser ved Skjenald, Orkland kommune, Trøndelag. NGU rapport 2020.018
- L'Heureux, J-S, Longva, O., Hansen, L., Vanneste, M (2014) The 1930 landslide in Orkdalsfjorden: morphology and failure mechanism. In: Krastel et al. (Eds.) *Submarine Mass Movements and their consequences. Advances in Natural and Technological Hazards Research 37*. Chapter 21. Springer.
- Nordahl-Olsen, T. (1984) Samlet plan for forvaltning av vannressursene. Geologiske undersøkelser i Sør-Trøndelag. Norges geologiske undersøkelse (NGU) Rapport 84.048
- Nordal, S., L'Heureux, J.-S., Høydal, Ø., Solberg, I.L., Wasrud, J. (2019) Skredet på Reitan lørdag 16 februar 2019. Institutt for bygg- anlegg og transport, faggruppe for geoteknikk (NTNU).
- Olsen, L., Bergstrøm, B., Follestad, B.A., Høgaas, F., Riiber, K. & Sveian, H. (2011) LØKKEN 1521 III. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse

- Olsen, L., Høgaas, F., Sveian, H. (2015) Age of the Younger Dryas ice-marginal substages in Mid-Norway – Tautra and Hoklingen, based on a compilation of 14C-dates. Geological Survey of Norway (NGU) Bulletin 454, 1-13.
- Reite, A.J. (1975). HØLONDA 1521 I. Kwartærgeologisk kart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse
- Reite, A.J. (1977). ORKANGER 1521 I. Kwartærgeologisk kart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse
- Reite, A.J. (1983) Orkanger. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1521 I - M 1:50.000. Norges geologiske undersøkelse (NGU) nr 392. Skrifter 47, 1-39.
- Reite, A.J. (1984). Hølonda. Beskrivelse til Kwartærgeologisk kart 1521 I - M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse (NGU), Skrifter 54, 1-23.
- Rise, L., Bøe, R., Sveian, H., Lyså, A., Olsen, H.A. (2006) The deglaciation of Trondheimsfjorden and Trondheimsleia, Central Norway. Norwegian Journal of Geology 86, 419-438.
- Stroeven, A.P., Hättestrand, CA., Kleman, J., Heyman, J., Fabel, D., Fredin, O., Goodfellow, B.W., Harbor, J.M., Jansen, J.D., Olsen, L., Caffee, M.W., Fink, D., Lundqvist, J., Rosqvist, G.CA., Strömberg, B., Jansson, K.N. (2016) Deglaciation of Fennoscandia. Quaternary Science Reviews 147, 91-121.
- Tassis, G., Gellein, J., Tønnesen, J.F. (2014) Gravity measurements applied to the mapping of sediment thickness and bedrock morphology in Orkdalen, Orkdal Municipality, Sør-Trøndelag. NGU Rapport 2014.010.
- Tassis, G. (2021) Quaternary mapping at Orkdal, Orkland municipality with the use of Georadar measurements, 2016 – 2019. NGU rapport 2020.039

Nordre Orkdal

Referanse til dette kartet: Hansen, L. & Gislefoss, L. 2019: Nordre Orkdal M 1:20 000. Kvartærgeologisk kart. Norges geologiske undersøkelse.

Kartet er vedlegg til NGU rapport 2021.021

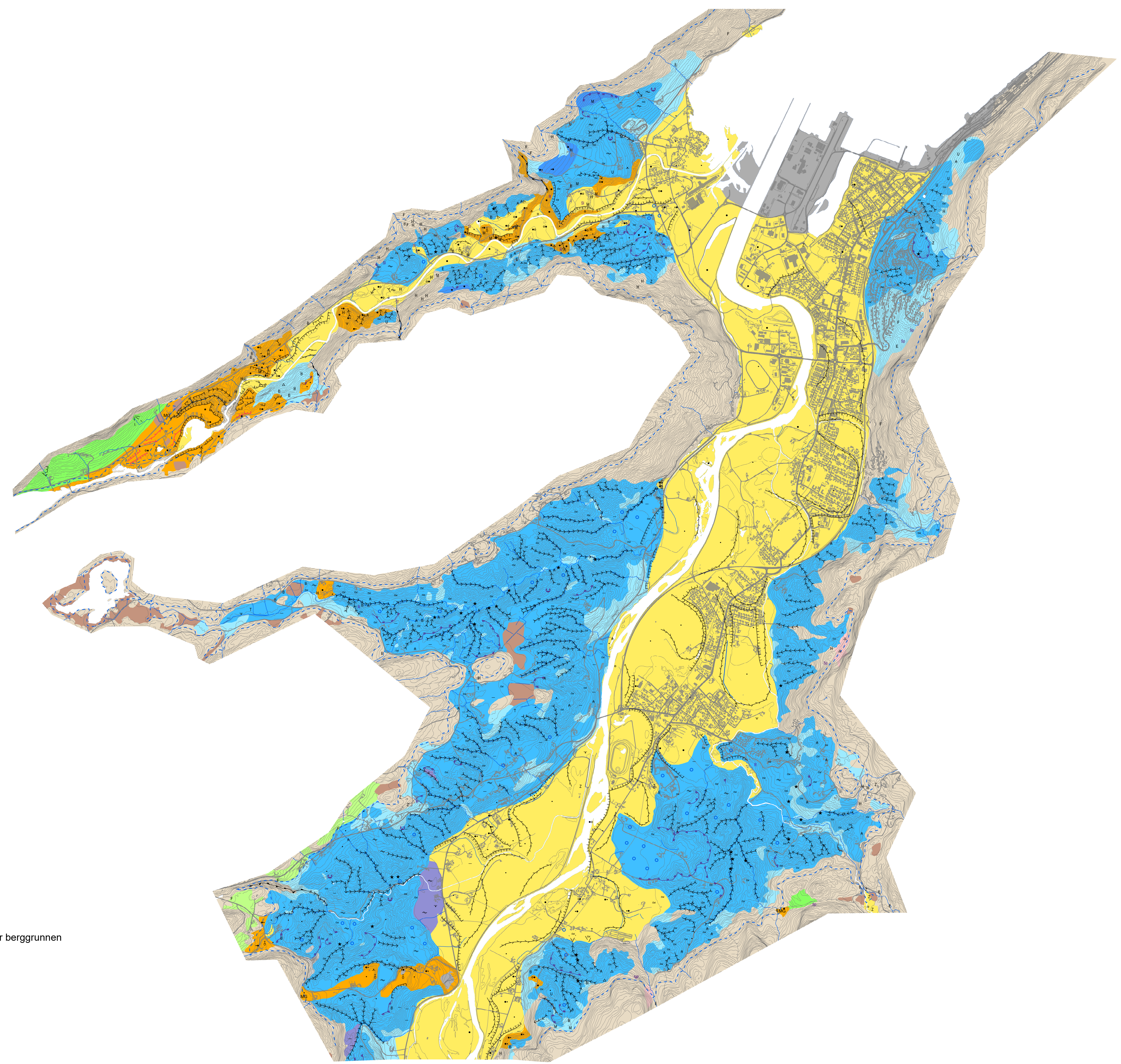
Dato: 31.01.2023

Tegnforklaring

- M 10, Morenemateriale
- Z 120, Fyllmasse
- B 20, Breelavsetning
- U 307, Liten utgliding
- H 40, Hav- og fjordavsetning
- A 401, Liten fjellblotning
- Δ 402, Høyt blokkinnhold i overflaten
- ◉ 404, Blokk, mindre enn ca. 10 m³
- 411, Leirskredavsetning
- ★ 414, Aktiv elve-/bekke- eller grunnvannserosjon i et lite område
- ~ 419, Bakkeplanering
- U 42, Marin strandavsetning
- W 451, Steinsprangsblokk
- E 50, Elve- og bekkeavsetning
- δ 505, Massetak, nedlagt eller i sporadisk drift
- MG 601, Marin grense (m o.h.)
- F 70, Forvittringsmateriale
- 702, Siltig leir
- 703, Leirig silt
- 704, Silt
- 705, Sandig silt
- 706, Siltig sand
- 707, Sand
- 708, Grusig sand
- 709, Sandig grus
- 710, Grus
- 711, Steinig grus
- 712, Grusig stein
- 713, Stein
- 714, Blokk
- R 80, Skredmateriale, uspesifisert
- ⊗ 85, Steinsprang (UTGÅTT, erstattes av 308)
- ⊗ 86, Løsmasseskredmateriale (UTGÅTT, erstattes av 302)
- T 90, Torv og myr

- 13, Breelvnedsjæring
- 21, Smeltevannsløp (spylerenne)
- 101, Elve/bekkenedsjæring
- 102, Tidligere elve/bekkeløp
- 105, Gjel, elv/breelv
- 106, Vifteform
- 107, Ravine
- 306, Skredkant

- 012-Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- 011-Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet
- 050-Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning)
- 020-Breelavsetning (Glasifluvial avsetning)
- 043-Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- 041-Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet
- 042- Marin strandavsetning, sammenhengende dekke
- 100-Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn
- 090-Torv og myr (Organisk materiale)
- 120-Fyllmasse (antropogent materiale)
- 122-Menneskepåvirket materiale, ikke nærmere spesifisert
- 303-Leirskredavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet
- 311-Fjellskred-/steinsprangavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet
- Modellert Marin grense





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