




GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
· NGU ·



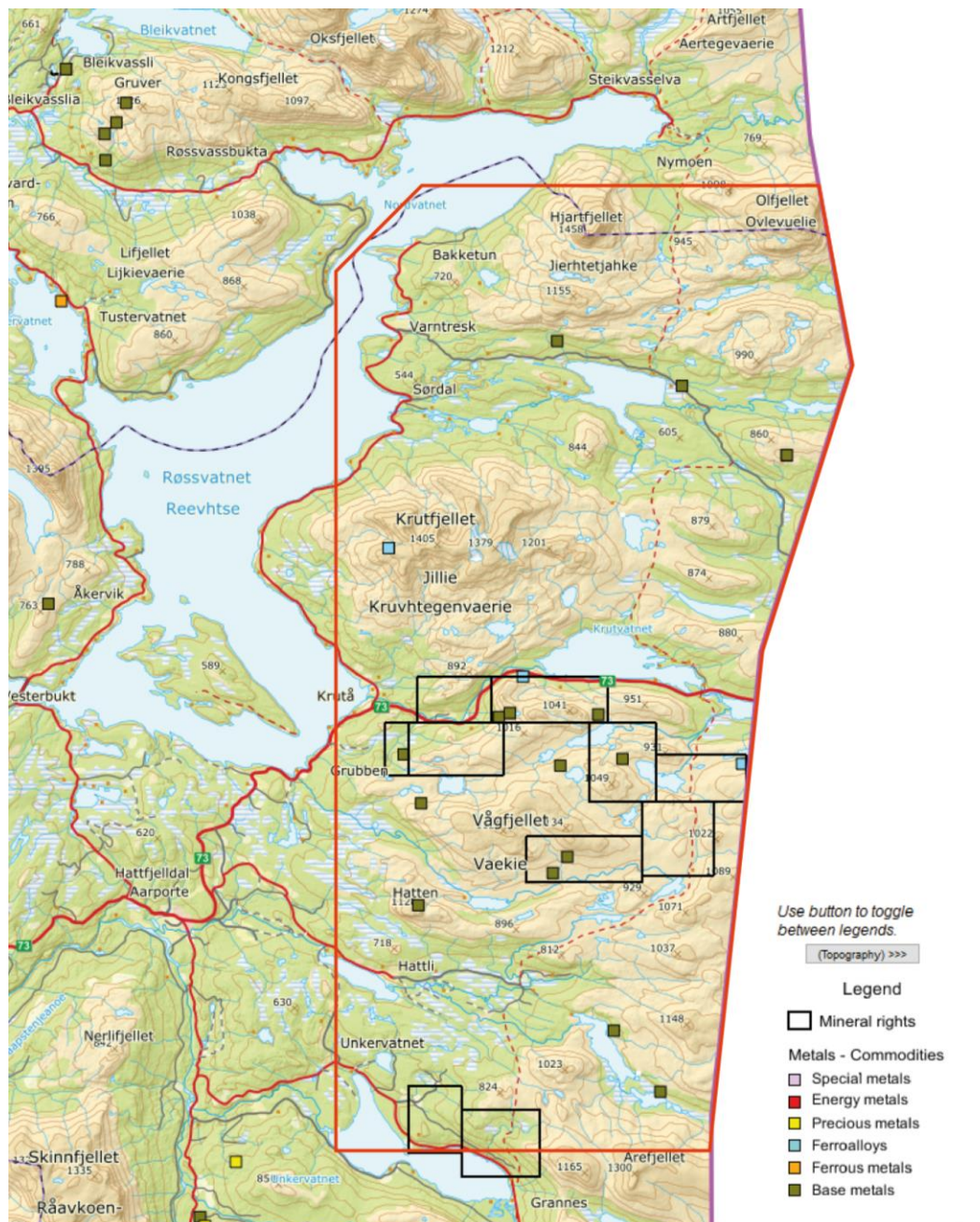
Rapport nr.: 2018.005	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Geologisk kartlegging i Hattfjelldal - Statusrapport april 2018			
Forfattere: Terje Bjerkgård, Kerstin Saalman, Jan Sverre Sandstad, Jakob Keiding, Tine Larsen Angvik, Håvard Gauneb, Ole Lutro, Ben Snook, Robin Orre Svennungsen		Oppdragsgiver: Nordland Fylkeskommune og NGU	
Fylke: Nordland		Kommune: Hattfjelldal	
Kartblad (M=1:250.000) Mosjøen		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2026-III Krutvatnet, 2026-IV Hjartfjellet	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 60 sider Pris: 255,- Kartbilag: Berggrunnskart Hattfjelldal 1:50 000	
Feltarbeid utført: 2013-2017	Rapportdato: April 2018	Prosjektnr.: 355900	Ansvarlig: 
Sammendrag: Det har vært utført geologisk og malmgeologisk kartlegging i den nordøstlige del av Hattfjelldal kommune i perioden 2014-2016. Arbeidet skal ferdigstilles i 2018 og rapporten her oppsummerer resultatene fra prosjektet pr. februar 2018. Prosjektet ble i 2014 og 2015 i sin helhet finansiert gjennom NGUs MINN-program. For 2016 og 2017 har Nordland Fylkeskommune bidratt til å finansiere Hattfjelldalsprosjektet med kr.750 000,-. Prosjektet har sin bakgrunn i utstrakt leteaktivitet av flere selskaper i området. Disse selskapene har etterspurt grunnlagsdata i form av blant annet berggrunnsgeologi og geofysikk. Hele området ble målt med høyoppløselig geofysikk i 2014 under MINN-programmet. Et mål med prosjektet er å benytte geofysisk, geokjemisk og geologisk kartlegging og detaljstudier til å utpeke områder med størst potensial for å finne større malmforekomster. Området øst for Røssvatnet fra Hjartfjellet i nord til Unkervatnet i sør er nå kartlagt og et geologisk kart basert på denne kartleggingen er ferdigstilt. Ni geologer har innsamlet nær 7000 punkter med observasjonsdata i løpet av prosjektet. I alt er det tatt nesten 700 prøver av bergarter og diverse mineraliseringer til geokjemiske analyser, petrografiske og strukturgeologiske studier. Resultatet av kartleggingen er et mer detaljert geologisk kart over området og endringer i inndelingen av bergartsenhetene. Dette har konsekvenser for forståelsen av dannelsesmiljøet og potensialet for mineralressurser i området, og en revidert tolkning er under utarbeidelse. Foreløpige resultater viser at området har et potensial når det gjelder økonomiske forekomster av basemetaller (kobber, sink, bly) sammen med edelmetaller (gull og sølv). Spesielt interessant er området mellom Krutvatnet og Garsmarka der det avgjort er potensial for større og rike forekomster. Av interesse er også området rundt Øverelsvatnet øst for Garsmarka.			
Emneord:	Kaledonidene	Mineralressurser	
Berggrunnsgeologi	Strukturgeologi	Malmgeologi	
	Hattfjelldal	Nordland	

INNHold

1. INNLEDNING.....	4
1.1 Formål.....	5
1.2 Bakgrunn.....	6
1.3 Tidligere arbeider i området.....	7
1.4 Datagrunnlag for kartleggingsarbeidet.....	7
2. RESULTATER.....	9
2.1 Berggrunnsgeologisk kartlegging og datainnsamling.....	9
2.2 Geologisk oversikt og strukturelle hovedenheter.....	10
2.3 Viktigste bergartstyper.....	14
2.3.1 Fyllittiske metasedimenter.....	14
2.3.2 Grønnskifer og grønnstein.....	15
2.3.3 Ultramafitter/serpentinitter.....	16
2.3.4 Felsiske metavulkanitter.....	18
2.3.5 Marmor.....	19
2.3.6 Psammitter (metasandstein), glimmerskifre og kvartsittiske skifre.....	20
2.3.7 Kalkrike metasedimenter.....	22
2.3.8 Diamiktitt og konglomerat.....	23
2.4 Mineralressurser – sulfid- og oksidforekomster.....	27
2.4.1 Øvre Elsvatnet.....	27
2.4.2 Raudvatnet.....	31
2.4.3 Svarthammaren.....	36
2.4.4 Brunreinvatnet.....	38
2.4.5 Sørtjønn.....	41
2.4.6 Mosvassdalen.....	42
2.4.7 Cu forekomster i ultramafiske bergarter.....	44
2.4.8 Krutfjellet.....	45
2.4.9 Jofjellet.....	47
2.4.10 Tverrelva.....	47
2.4.11 Famvatnet.....	48
2.4.12 Kilvassaksla.....	48
2.4.13 Sulfidrike blokker i løsmasser.....	50
2.4.14 Oksidforekomster.....	51
2.5 Mineralressurser – Industrimineraler.....	52
2.5.1 Kvarts.....	52
2.5.2 Grafitt.....	52
2.5.3 Karbonater.....	53
2.5.4 Talk og kleberstein.....	53
2.6 Mineralressurser – Naturstein og pukk.....	53
2.7 Mineralressurser – Vurdering av potensialet og forslag til oppfølging.....	54
3. VIDERE ARBEID I PROSJEKTET.....	56
4. REFERANSER.....	57

1. INNLEDNING

Prosjektet Geologi og Mineralressurser i Hattfjelldal har som hovedmål å avklare om det kan være drivbare forekomster av metaller og/eller industrimineraler i den nordlige halvdel av Hattfjelldal kommune, det vil si nord for Susendalen og Unkervatnet (Figur 1). Prosjektet var en del av MINN-programmet (Mineralressurser i Nord-Norge) inntil utgangen av 2015. I 2016 og 2017 har prosjektet vært delfinansiert av Nordland Fylkeskommune. Prosjektet skal etter planen avsluttes i løpet av 2018 med en samlerapport. Dette dokumentet er en rapport for arbeidet utført i prosjektet fram til februar 2018 og innbefatter et geologisk kart over det kartlagte området i skala 1:50 000 (vedlagt rapporten). For ytterligere informasjon se statusrapport fra 2016 (rapport 2016.043, Bjerkgård o.a., 2016).



Figur 1: Oversikt over prosjektområdet (markert i rødt). Metallforekomster registrert i NGUs malmdatabase er også vist, samt områder mutet av selskapet OY Zawar Resources Finland Ltd.

Det som i hovedsak gjenstår før arbeidet er ferdig i Hattfjelldal i denne omgang er geokjemiske analyser av prøvene innsamlet i 2017, både av mineraliseringer og av bergarter (blir ferdig analysert i løpet av mars 2018). Deretter gjenstår en karakterisering og klassifisering av de forskjellige bergartene og enhetene de tilhører på grunnlag av geokjemi. Det gjenstår også en klassifisering og karakterisering av malmforekomstene geokjemisk.

1.1 Formål

Prosjektområdet befinner seg øst og sørøst for Røssvatnet i Hattfjelldal kommune (Figur 1). Området har et areal på knapt 1000 km² og ligger innenfor de to 1:50 000 kartbladene Hjartfjellet (2026-IV) og Krutvatnet (2026-III). Omtrent 2/3 av prosjektområdet (sørlige del) er ikke geologisk kartlagt i tilstrekkelig grad, mens tilgrensende områder i nord og vest er kartlagt i skala 1:50 000.

Berggrunnen er kompleks og variert og består av forskjellige sedimentære, vulkanske og intrusive bergarter.

Prosjektets formål er i hovedsak en berggrunnsgeologisk og malmgeologisk kartlegging. Nye detaljerte geofysiske målinger ble utført i 2014 (Rodionov o.a., 2014) og gir et godt og nødvendig grunnlag i tillegg til tidligere geologisk kartlegging. Regional jordprøvetaking ble utført i 2013 (Eggen & Finne, 2014, Andersson o.a., 2015) og resultatene fra dette er også brukt i prosjektet.

Delmål berggrunnsarbeidet:

- 1) Kartlegging av området i 1:50 000 skala for å knytte området sammen med omgivende geologi og utviklingshistorie.
- 2) Å fastlegge det tektoniske og geologiske dannelsesmiljøet og knytte dette opp mot dannelsen av mineralressurser.

Delmål ressursgeologiarbeidet:

- 1) Karakterisering av de forskjellige ressurstyper i området gjennom detaljstudier og prøvetaking.
- 2) Knytte mineraliseringene til bergartsenheter.
- 3) Å undersøke potensielle kilder til mineraliseringer, av spesiell interesse er basemetall- og edelmetallrike forekomster i området.
- 4) Følge opp eventuelle anomalier fra jordprøver, både med mer detaljert jordprøvetaking og kartlegging.
- 5) Følge opp interessante geofysiske anomalier.

Det er kjent en rekke forskjellige typer mineraliseringer i området, inklusive magmatiske nikkellkobber- og kromforekomster, sink-bly-sølv og kobberrike VMS-forekomster, sedimentære bly-sinkforekomster og jernsulfid-skarnforekomster. Noen av disse forekomstene har et anomalt innhold av gull. Det har vært drift på krystallin kvarts i området og det er grafittrike skifre i mange av enhetene. Sentralt og sør i området er det mange ultramafiske kropper som inneholder talk og kleberstein.

Bergartsenheter fortsetter inn på svensk side, hvor det er en rekke rike (særlig sinkrike), men generelt små sulfidforekomster. I Rönnebäckområdet ca. 20 km sør for Tärnaby er det en unik provins som består av tre forekomster som til sammen inneholder > 600 Mt med lav-

prosentlig nikkelmalm (0.1 % Ni, <http://se.nickelmountain.se/nickel-2/squ/>). Mineraliseringen er tilknyttet store serpentinittkropper. Store og små serpentinitmassiver finnes også på norsk side, men bare mindre mineraliseringer er funnet. Malmen i Rönnbäcken er spesiell fordi den inneholder svært lite rene jernsulfider (pyritt og pyrrhotitt). Prosesseringstester har gitt et godt sulfidkonsentrat med magnetitt som biprodukt. Det er usikkert hva som skjer videre med dette prosjektet som i skrivende stund eies av selskapet Archelon og datterselskapet Nickel-mountain.

Som nærmere beskrevet i avsnitt 2.2 tilhører bergartsenhetene i Hattfjelldalområdet Köli dekkekomplekset som fortsetter sørover i Sverige, hvor det er kjent flere større og mindre massive sulfidforekomster (VMS), blant annet Stekenjokk. Videre mot sør fortsetter Köli bergartsenhetene inn i Norge i Grongfeltet med de store forekomstene Joma og Skorovas, samt flere mindre forekomster (Gjersvik, Skiftesmyr, Godejord). Det er således viktig å få avklart om bergartene i Hattfjelldal tilhører samme tektoniske miljø som noen av disse.

1.2 Bakgrunn

Prosjektet har sin bakgrunn i at det har vært utstrakt leteaktivitet i området av flere selskaper. Disse selskapene har etterspurt grunnlagsdata i form av blant annet berggrunnsgeologi og geofysikk. Til nå har det i stor grad kun eksistert berggrunnskart i 1:250 000 skala.

Områdene nord og vest for prosjektområdet er kartlagt og utgitt i 1:50 000 skala. Kontakten mellom Kölidekkekomplekset og de overliggende Rödingsfjäll- og Helgelandsdekkekompleksene ligger innenfor prosjektområdet. Mer detaljert kartlegging i prosjektet gir kunnskap om kontaktforholdene mellom disse tektoniske enhetene og ikke minst oppbyggingen internt i Kölidekkekomplekset.

En rekke av de kjente, stratabundne sulfidforekomstene i området er dels svært rike i basemetaller og edelmetaller. De fleste av disse er imidlertid for små til å være økonomisk interessante men viser likevel at området har potensial for økonomisk interessante forekomster. Et mål med prosjektet er å benytte geofysisk, geokjemisk og geologisk kartlegging og detaljstudier til å utpeke områder med størst potensial for å finne større malmforekomster.

Området inneholder mange store og små kropper av ultramafitter som er mer eller mindre omvandlet til serpentinitter med noe kleberstein. Det kunne således være et potensial for både talk og kleber. Tilknyttet disse kroppene er også små kromitt- og nikkelformer. Geofysikk og oppfølgende kartlegging kan gi svar på om det er større forekomster.

Det har vært prøvedrift på krystallkvarts i området like etter 2. verdenskrig. Det ble i alt produsert noen få hundre kilo krystaller til elektronisk formål (Ryghaug, 1976). Det er også kjent andre forekomster av kvarts i området, som indikerer et økonomisk potensial.

Tidligere kartlegging viser at det er mye svartskifer og dels grafittskifer i området. Det er derfor en mulighet for å finne grafittforekomster i området, da spesielt i skifrene som har gjennomgått høyest metamorfose. En forekomst av dårlig kvalitet finnes på nordsiden av Krutvatnet. Den nye geofysikken viser store områder med sterkt ledende egenskaper og disse kan potensielt være grafittrike.

1.3 Tidligere arbeider i området

Geologiske beskrivelser fra Hattfjelldalsområdet går helt tilbake til slutten av 1800-tallet da Corneliussen (1891) først undersøkte området. Rekognoserende arbeid fortsatte med studier av Oxaal (1911) og Holmsen (1912), som ble fulgt opp med mer detaljert arbeid i 50-årene. I 60-årene begynte det svenske selskapet Boliden leting i området og gjorde rekognoserende kartlegging på jakt etter først og fremst sulfidforekomster. Først med I. B. Rambergs Nordlandsprosjekt på slutten av 70-tallet begynte den mer detaljerte kartlegging av området. Dette arbeidet dannet blant annet grunnlag for deler av NGUs berggrunnskart Mosjøen i skala 1:250 000 (Gustavsson, 1981). Detaljstudier og kartlegging av Krutfjellet (Mørk, 1979) samt videre kartleggingsarbeider av Dallmann og Stølen på 90-tallet resulterte i berggrunnskart i skala 1:50 000 (Stølen, 1985; Dallmann & Stølen, 1993; Dallmann, 1994) vest og sør for feltområdet (Figur 1).

Prospekteringsarbeider i området har pågått i mer enn 50 år. Herunder beskrives de viktigste aktiviteter. Rapporter som omhandler disse undersøkelsene er samlet i en egen liste bakerst i denne rapporten.

I den nordlige delen av området (nord for Famvatnet):

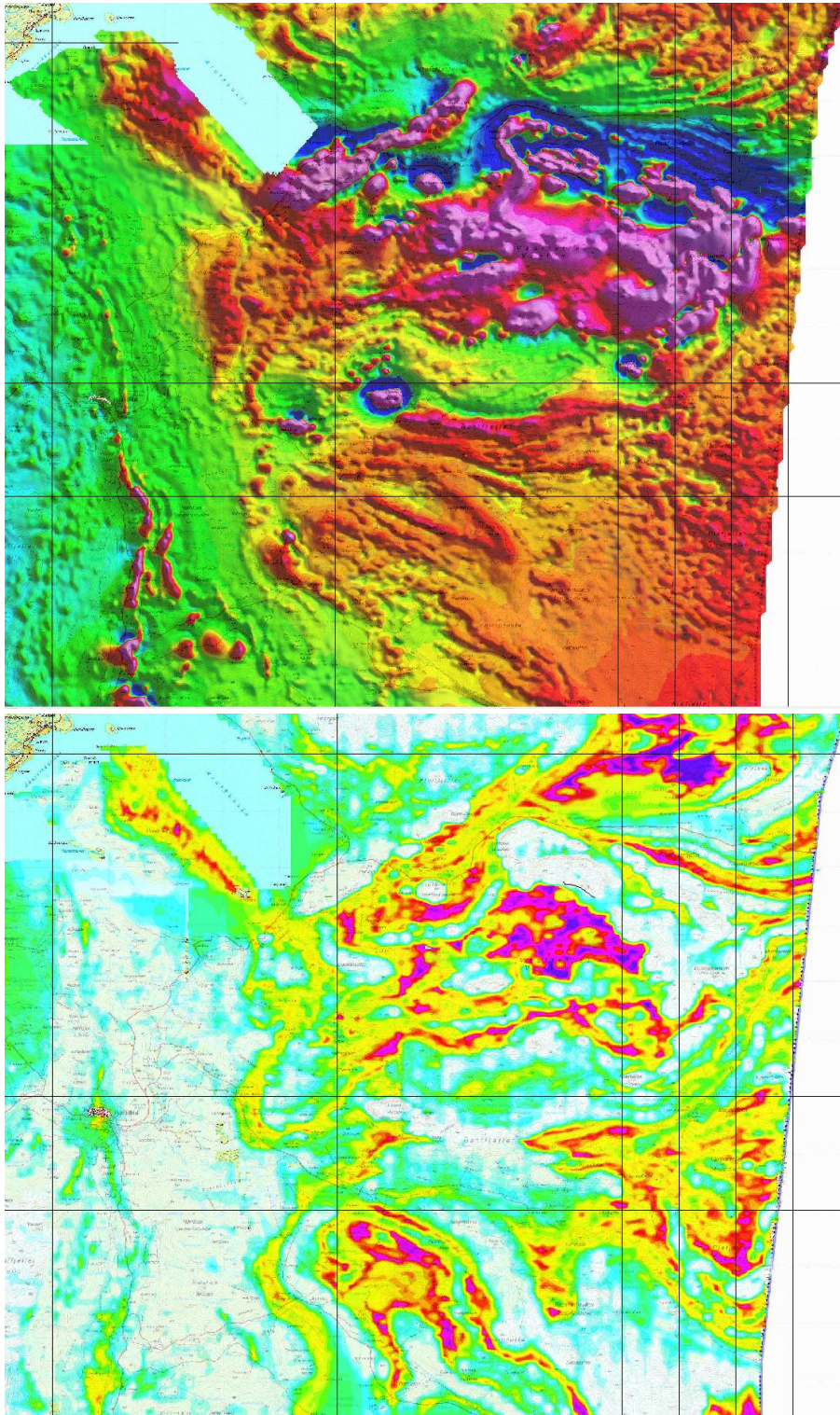
De første undersøkelsene i dette området ble utført av Boliden i 1968, i form av blokkleting, noe kartlegging og røsking. Forekomstene i dette området ble videre undersøkt av ASPRO og LKAB på 1980-tallet. Det ble utført geologisk kartlegging i 1:50 000 skala, bakkegeofysikk, jordprøvetaking, røsking og diamantboring. Borkjerner finnes på NGUs borkjernesenter på Løkken fra flere av forekomstene. En del av forekomstene er også prøvetatt til NGUs malmdatabase. I 2009 fikk Scandinavian Resources utført VTEM og magnetiske målinger over det samme området og noe diamantboring. NGU har fått tilgang til og brukt de geofysiske dataene og borkjernene ligger på Løkken.

Sørlige del av området (sørøver fra Famvatnet til Unkervatnet):

Boliden arbeidet i området i perioden 1963-1969, med regionalkartlegging, blokkleting, bakkegeofysikk og objektundersøkelser (røsking, detaljkartlegging og noe diamantboring). De fant en rekke interessante sulfidforekomster i området. ASPRO/LKAB fulgte opp på 1980-tallet med mer bakkegeofysikk, detaljkartlegging, prøvetaking, røsking og diamantboringer. Det norske selskapet Metal Prospecting hadde rettigheter i området rundt 2010 og gjorde TEM geofysikk over området mellom Krutvatnet og Elsvatnet. De gjorde også en svært begrenset prøvetaking i området rett sør for Krutvatnet. En del av de kjente forekomstene i det sørlige området er også prøvetatt til NGUs malmdatabase. På NGUs borkjernesenter på Løkken finnes borkjerner fra noen av forekomstene.

1.4 Datagrunnlag for kartleggingsarbeidet

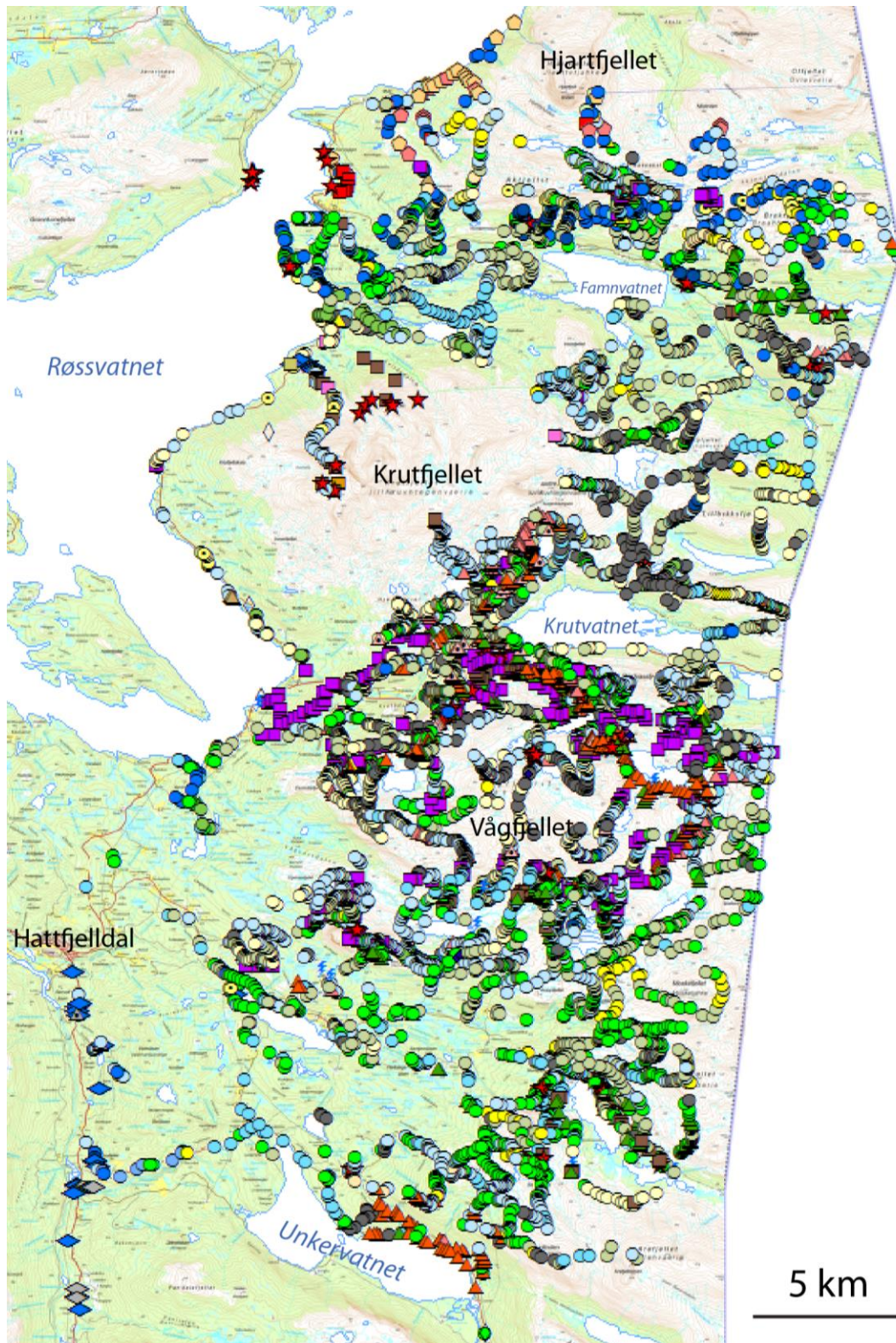
I tillegg til tidligere berggrunnsgeologisk kartlegging og arbeid utført i området av gruveselskaper spesielt i perioden 1963-1985, så ble hele området målt med geofysikk i 2014 av NGU (Rodionov o.a., 2014). Disse målingene omfatter magnetometri, elektromagnetiske målinger (EM) og radiometri (kalium, uran, thorium og totalstråling). Geologien i området er kompleks med mange forskjellige bergarter med forskjellig geofysisk signatur. Dette gjør at de geofysiske målingene, spesielt de magnetiske og elektromagnetiske dataene er til stor nytte i tolkningen av geologien i området (Figur 2).



Figur 2: Utsnitt av geofysiske kart fra Hattfjeldalsområdet, øverst magnetiske og nederst elektromagnetiske data (samme utsnitt) fra Rodionov o.a. (2014). På det magnetiske kartet viser røde til fiolette farger høye magnetiske verdier, mens grønne og blå farger viser lave. På EM-kartet viser røde og fiolette farger høy ledningsevne og hvite til blå farger lav ledningsevne. Nord er opp og rutenettet på kartene er 1x1 km.

2. RESULTATER

2.1 Berggrunnsgeologisk kartlegging og datainnsamling



Figur 3: Fordelingen av observasjonspunkter i Hattfjelldalsområdet, klassifisert i henhold til bergartstype. Grønne farger er mafiske metavulkanitter, røde farger er felsiske metavulkanitter, brune er metagabbro, fiolett er ultramafitt, mørk blå er marmor, svart er grafittskifer, mens grålige, lyseblå og gule farger er sedimentære bergarter. Stjerner markerer mineraliseringer både i fast fjell og blokker.

Et nytt kart er sammenstilt på grunnlag av kartleggingen i prosjektet som dekker de to 1:50000 topografiske kartene Hjartfjellet (2026-IV) og Krutvatnet (2026-III) og er vedlagt rapporten. Kartleggingen og datainnsamlingen er utført digitalt med felt-PC og nettbrett med GIS software (ArcGIS og ArcPad) som har innebygget GPS mottaker. Nøyaktigheten i posisjonen er typisk +/- 10-15 meter.

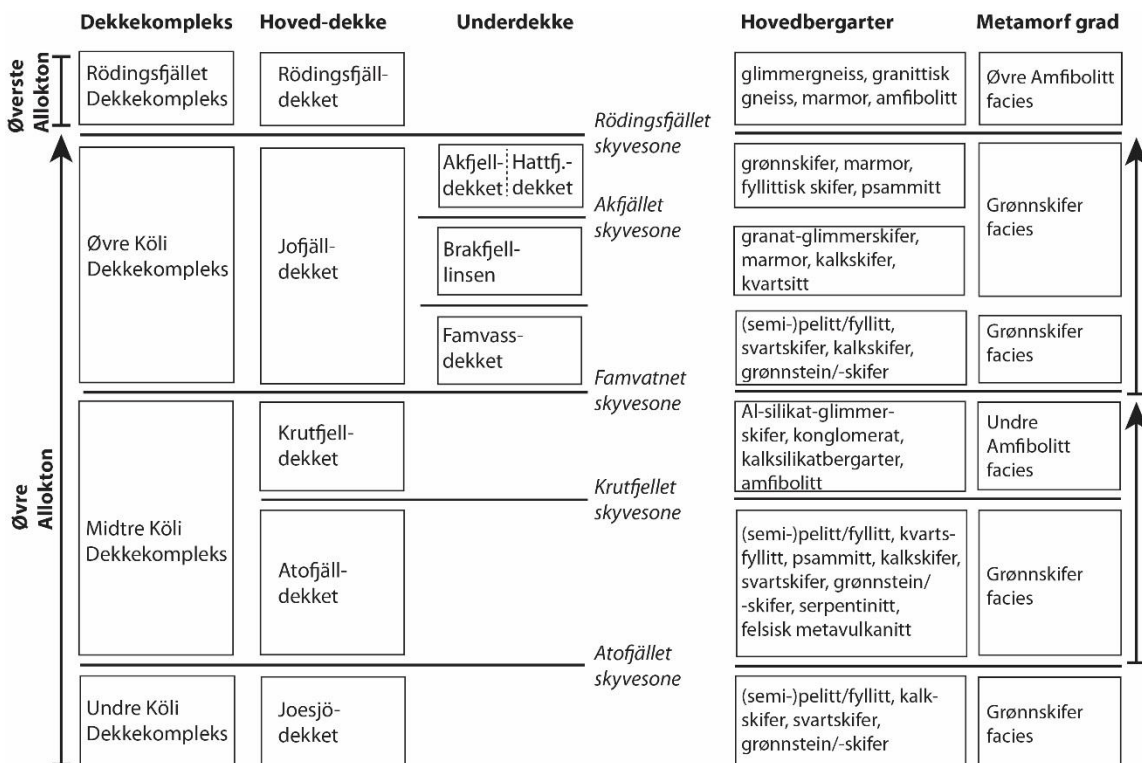
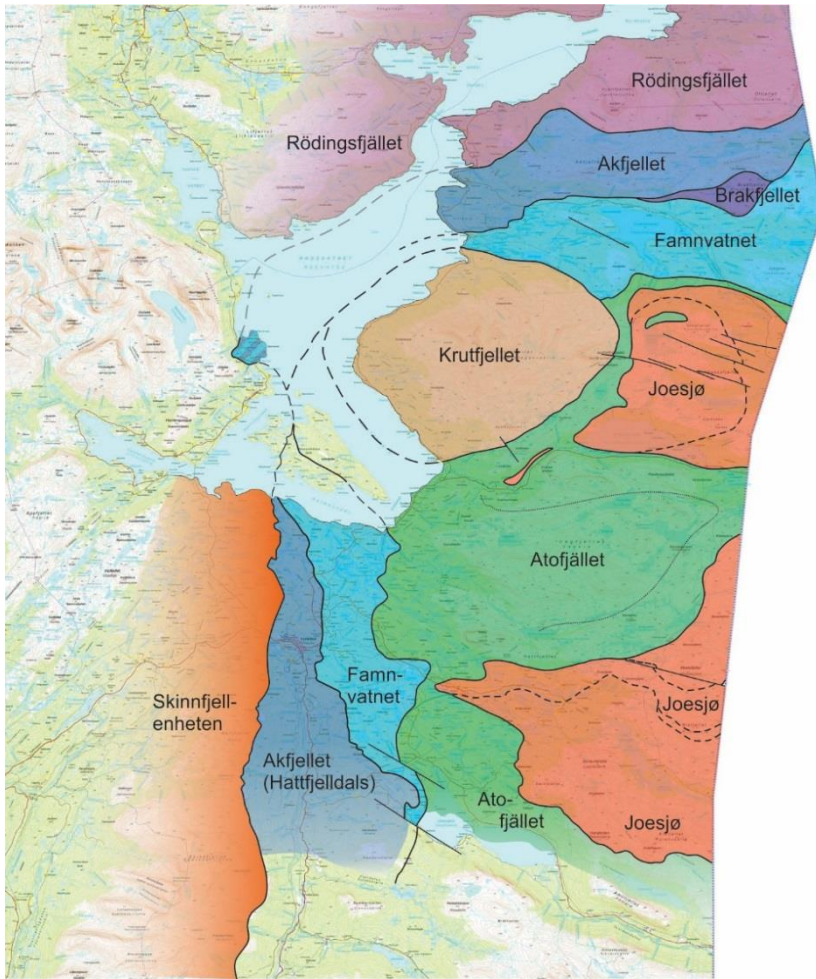
Til sammen er det samlet inn data fra nesten 7000 lokaliteter av ni geologer i løpet av årene 2013-2017 (rekognoseringsarbeid i 2013 før prosjektet formelt ble startet i 2014). Observasjonsdatabasen innbefatter identifikasjon og beskrivelser av bergarter. På mange av observasjonspunktene er det gjort strukturobservasjoner, inklusive målinger av foliasjoner/skifrighet, foldeakser og i tillegg detaljstudier på kritiske lokaliteter og strukturelle grenser som skiller forskjellige hovedenheter. Fordelingen av observasjonspunktene er vist i Figur 3. I 2014 foregikk det meste av feltarbeidet nord for Krutvatnet, i 2015 ble det gjort mest arbeid i området mellom Krutvatnet og Vågfjellet, samt nord for Famvatnet, mens i 2016 ble området mellom Vågfjellet og Unkervatnet kartlagt. En kort feltperiode i 2017 ble brukt for å fylle inn hull og besvare uløste spørsmål. Likevel, det mangler en god del kartlegging i Krutfjellområdet øst for Røssvatnet. Dette skyldes at området er vanskelig tilgjengelig og at en må bruke helikopter for å komme til de sentrale delene.

I alt er det innsamlet ca. 700 prøver av bergarter og diverse mineraliseringer til forskjellige geokjemiske analyser, strukturgeologiske studier og datering av bergartene. For karakterisering av forekomstene er det også brukt tidligere data innsamlet først og fremst til NGUs malmdatabase.

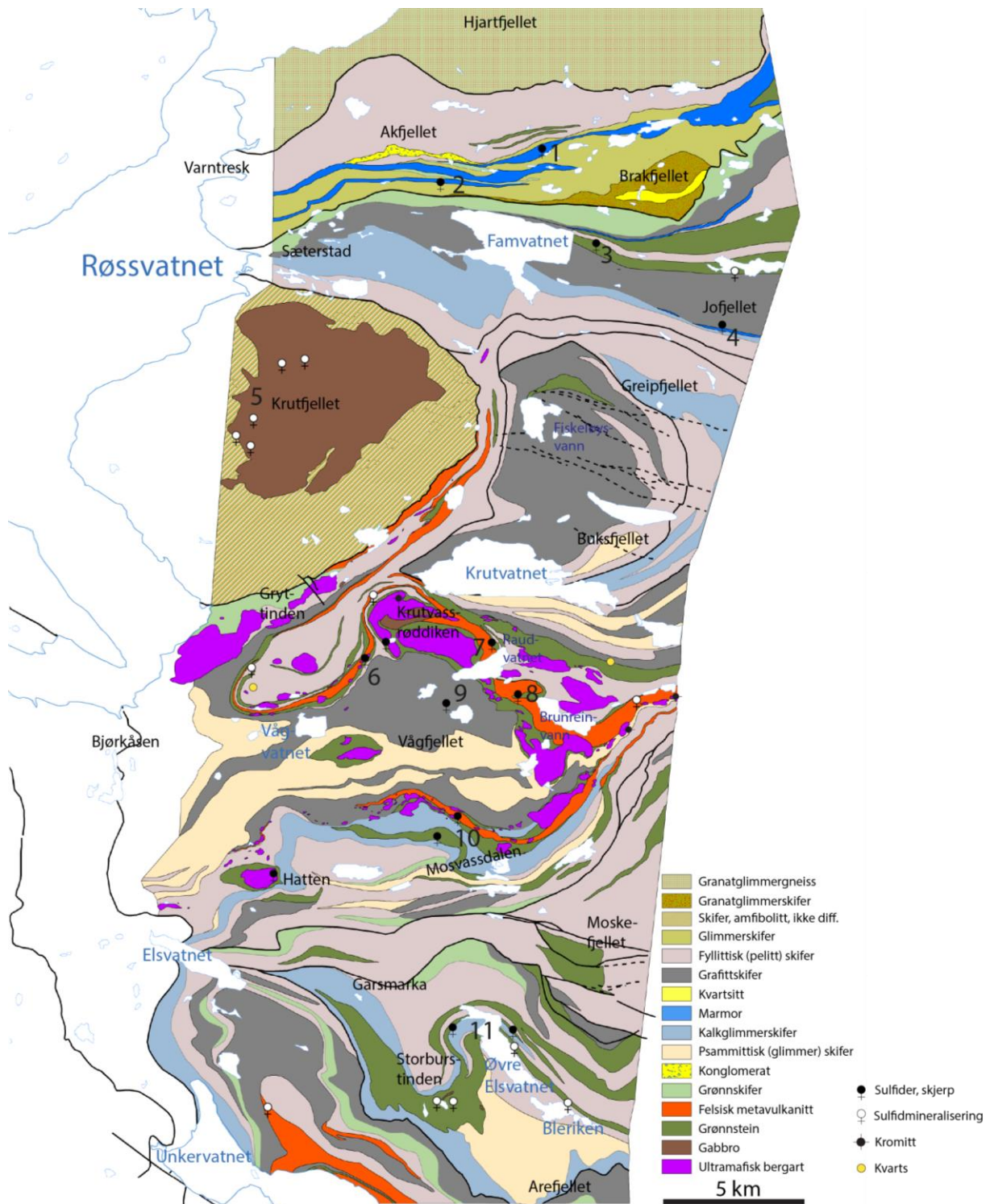
2.2 Geologisk oversikt og strukturelle hovedenheter

Bergartene i Hattfjelldalsområdet tilhører den sentrale del av de Skandinaviske Kaledonidene og består av omdannede (metamorfoserte) sedimenter, vulkanitter og intrusiver. De dominerende bergartstypene er beskrevet i avsnitt 2.3. Bergartene har gjennomgått en rekke deformasjonsepisoder med mange faser av folding, skjærdeformasjon og overskyvninger som viser en lang og kompleks tektonisk historie. Geologien i området består av en rekke skyvedekker som er dannet i ordovicium og silur under den kaledonske fjellkjededannelse (orogenese), den gang lapetushavet ble lukket da kontinentene Baltika og Laurentia kolliderte (Corfu o.a., 2014; Roberts o.a., 2007; Stephens o.a., 1985). Bergartene består overveiende av relativt lavmetamorfe bergarter (grønnskiferfacies) med unntak av Krutfjellsområdet som består av bergarter som har vært utsatt for høyere metamorfosegrad (epidot- amfibolittfacies) og området fra Hjartfjellet og nordover som har vært i øvre amfibolitt- til granulittfacies (Bjerkgård o.a. 1995, Edland o.a., 1998, Edland, 2001).

Det meste av bergartene i området tilhører det såkalte Köli dekkekomplekset i Øvre allokton (øvre dekkserie) og har blitt inndelt i en rekke dekke-enheter (se f.eks. Dallmann o.a., 1993; Dallmann, 1987). Basert på kartleggingen i dette prosjektet er tidligere inndeling i dekke-enheter endret og det er også nye korrelasjoner (Figur 4).



Figur 4: Revidert tektonostratigrafi i nordlige del av Hattfjeldalsområdet basert på feltarbeid i dette prosjektet.



Figur 5: Geologisk oversiktskart over det kartlagte området øst for Røssvatnet. Tykke sorte streker markerer skyvegrenser. Viktigste mineralforekomster er nummerert: 1: Kilvassaksla, 2: Famvatnet, 3: Tverrelva, 4: Jofjellet, 5: Krutfjellet, 6: Svarthammaren, 7: Raudvatnet, 8: Brunreinvatnet, 9: Sørtjønna, 10: Mosvassdalen, 11: Øvre Elsvatnet.

Köli dekkekomplekset er inndelt i tre hovedenheter; Undre, Midtre og Øvre Köli som igjen består av et eller flere skyvedekker (Stephens o.a., 1985). Dekkekomplekset ligger tektonisk under Helgelands- og Rödingsfjälldেকেkompleksene i Øverste Allokton (Øverste dekkserie) (Roberts o.a., 2007; Barnes o.a., 2011).

I Hattfjelldal-Røssvatnområdet opptrer alle de tre hovedenhetene i Kølidedekkekomplekset, men det har vært uenigheter mellom geologer når det gjelder avgrensninger og oppdeling av disse enhetene (eks. Stephens o.a., 1985; Ramberg, 1981; Dallmann, 1986; Dallmann og Stølen, 1994) blant annet fordi grensene mellom enhetene mange steder er vage og vanskelig å definere på grunn av raskt vekslende litologi og glidende overgang mellom bergartstyper.

Kartleggingen i dette prosjektet har ført til en revidert dekke-inndeling innen Kølidedekkekomplekset. Terminologien som ble innført av Stephens o.a. (1985) blir i hovedsak brukt fordi den er den eldste og mest brukte og passer best med resultatene fra denne kartleggingen.

Den nye inndelingen i tektoniske enheter er presentert i Figur 4 i form av kart og tabell, mens en litologisk oversikt er presentert i Figur 5. Skyvesonene mellom dekkeenhetene er markert ved skjærsoner som inneholder mylonittiske bergarter, som i skifrige litologier er representert ved fyllonittiske soner. I marmor er vises skjærsoner av en velutviklet og kraftig foliasjon med hyppige foliasjonsplan parallelt lagningen som er definert av forskjeller i sammensetning. Dekkegrensene er generelt ikke markert ved definerte skyvesoner, men ved tykke enheter av en rekke tynne mylonittiske/fyllonittiske soner atskilt av soner med mindre deformasjon. Dekkegrensene kan således ha tykkelser på flere ti-talls meter og kan ha en bredde på opptil flere hundre meter avhengig av fallvinkel på skyvesonen. Når en da markerer en dekkegrense med en tynn linje på et kart så gir dette derfor bare en omtrentlig plassering av skyvesonen.

Undre Kølidedekkekomplekset er representert ved Joessjödekket. Den undre kontakten til dekket er ikke eksponert. Joessjödekket finnes i det meste av området mellom Famvatnet og Krutvatnet i nord (fjellområdene Greipfjellet og Buksfjellet) og fra grenseområdene øst for Brunreinvann til Elsvatnet i sør (Figur 4). Joessjödekket er dominert av finkornede, klastiske metasedimenter i form av fyllittiske (pelittiske) skifre, svartskifre (grafittskifre) og kalkglimmerskifre (se Figur 5 og kart i appendiks). I det sørlige området er det også flere langstrakte enheter av grønnstein/grønnskifer. I nord er det bare en større grønnsteinsenhet (like nord for Fiskløysvatnet). Ellers opptrer det langstrakte lyse lag av mer grovkornede (psammittiske) skifre, dels kalkholdige, samt kvartsitter. Det er også enkelte små kropper med gabbro i sør, men disse er stort sett for små til å komme med på kartet (unntaket er to kropper sør for Storburstinden).

Midtre Kølidedekkekomplekset består av Atofjälldekket (nederst) og Krutfjelldekket (øverst). Tidligere var Krutfjelldekket en del av Øvre Kølidedekkekomplekset, men nye observasjoner fra kartleggingen gjør at det er mest sannsynlig at dekket skal ligge øverst i Midtre Kølidedekkekomplekset.

Atofjälldekket kan ifølge Stephens o.a. (1985) deles inn i to enheter; Stikkedekket som ligger strukturelt underst og en kvartskeratofyr-amfibolitt-enhet øverst. En tektonisk kontakt mellom disse to enhetene er imidlertid ikke verifisert i Hattfjelldalsområdet i dette prosjektet. I Hattfjelldalsområdet kan Atofjälldekket deles inn i tre hoveddeler; en strukturell undre del bestående av fyllittiske til grafittiske skifre og kalkglimmerskifre, en midtre del bestående av bimodale metavulkanitter (felsiske og mafiske), et utall store og små kropper av serpentinitiske ultramafitter og lag av fyllittiske skifre og en øvre del som igjen er dominert av dels grafittiske fyllitter, samt underordnet semipelittiske til psammittiske skifre.

Krutfjelldekket er skilt fra det underliggende Atofjälldekket med en skyvesone som er velekspionert langs hele østsiden av Krutfjellet. Krutfjelldekkets bergarter er mer høymetamorfe enn de andre enhetene i Kölidekkekomplekset og er dominert av en rekke forskjellige glimmerskifre som generelt er granatførende og kan også inneholde staurolitt og/eller kyanitt. Kvarts-feltspatiske skifre, amfibolitter og epidotamfibol- til hornblendeskifre er vanlige langs bredden av Røssvatnet. Ved Røssvatnet og i vestskråningen av Krutfjellet er det en rekke konglomerathorisonter med assosiert metasandstein. Selve Krutfjellet utgjøres av gabbroiske bergarter i et kompleks som intruderte sedimentene for 437 millioner år siden (Mørk, 1997).

Øvre Köli dekkekompleks består av Jofjälldekket som igjen er inndelt i to underenheter: Famvassdekket og Akfjelldekket. Disse dekkeenhetene er kartlagt fra Røssvatnet og østover til svenskegrensa på nordsiden av Krutfjellet. Tilsvarende enheter opptrer også sør for Røssvatnet og strekker seg sørover mot Susendalen. Her er Akfjelldekket kalt Hattfjellaldsdekket av Dallmann (1986). Mellom Akfjelldekket og Atofjälldekket nordøst for Famvatnet er det en tektonisk linse som ble kalt Brakfjell-linsen av Ramberg (1981). Det er uklart om denne linsen representerer en egen dekke-enhet eller er en del av Akfjelldekket dannet ved en forgrening av skyvesonen mellom Akfjell- og Famvassdekket.

Øst for Røssvatnet er Famvassdekket dominert av fyllittiske skifre, ofte grafittførende, kalkholdige eller kvartsrike. Det er også en mektig enhet av kalkglimmerskifer sør for Famvatnet, mens tynne marmorlag opptrer øst for Famvatnet. Øst for Famvatnet er det også mektige enheter av grønnstein og grønnskifer. En mektig enhet av grønnskifer ligger opp mot kontakten til det overliggende Akfjelldekket.

Akfjelldekket øst for Røssvatnet og nord for Famvassdekket består overveiende av glimmerskifre, pelittiske skifre og langstrakte lag av marmor (mest kalsittmarmor). Det er også enkelte lag av grønnstein, grønnskifer, kvartsitt og konglomerat, samt linser og små kropper av gabbro og serpentinit.

Brakfjell-linsen består av granatførende glimmerskifer, kvartsitt og konglomerat. En tynn marmorone ligger langs overkontakten av linsen.

Kontakten til det overliggende Rödingsfjälldekkekomplekset i Øverste Allohton er en velutviklet skyvesone. Bergartene i komplekset er dominert av høymetamorfe kyanittførende granatglimmerskifre, granittisk gneis og marmor.

2.3 Viktigste bergartstyper

De viktigste bergartene i det kartlagte området (Figur 5) er fyllittiske/pelittiske (siltige) metasedimenter som dels er grafittrike, grønnskifre og grønnsteiner, samt ultramafitter. Ultramafittene finnes i hovedsak sør for Krutvatnet og nord for Elsvatnet. Nord for Famvatnet er det også store mengder med marmor og i Krutfjellområdet opptrer mest glimmerskifre. Underordnet er felsiske metavulkanitter (kvartskeratofyr), kalkrike skifre og psammittiske (sandige) metasedimenter. Det finnes også enkelte små gabbrokropper i området i tillegg til en stor gabbrokropp som danner det meste av Krutfjellet.

2.3.1 Fyllittiske metasedimenter

Det kartlagte området er dominert av sedimentære bergarter og særlig i form av fyllittiske metasedimenter. De finnes i alle Köli-enhetene og har spesielt stor utbredelse i området øst

for Krutfjellet mellom Famvatnet og Krutvatnet, på Vågfjellet og vestover til Røssvatnet og østover og sørover fra Garsmarka.

Fyllittene viser en stor variasjon på liten skala og det er således umulig å kartlegge ut disse i detalj med unntak av større homogene områder.

Bergartene kan være kvartsrike med til dels hyppige kvartslinser og –slirer, kloritt-muskovitt-rike, biotittrike eller grafittrike. Noen varianter er også kalkholdige. Grafittinnholdet gjør at disse fyllittene gir til dels kraftige utslag på de elektromagnetiske målingene (se Figur 2). De mest grafittrike variantene inneholder typisk en god del sulfider i form av pyrrhotitt (magnetkis) eller pyritt (svovelkis) (Figur 6).



Figur 6: Typisk grafittisk fyllitt med anrikning av pyritt og pyrrhotitt i enkelte soner som gir rustdannelse. Lokalt: Rv.73 vest for Krutvatnet.

2.3.2 Grønnskifer og grønnstein

Grønnskifer og grønnstein finnes i mange av dekke-enhetene i området, men er mest vanlig i Joesjö-, Atofjäll- og Famvassdekket. I området mellom Krutvatnet og Garsmarka, dvs. sør og øst for Vågfjellet, opptrer grønnstein og -skifer i langstrakte og dels mektige enheter, typisk assosiert med større og mindre serpentinittkropper (Figur 5). I Joesjödekket er grønnstein og -skifer særlig utbredt i området mellom Moskefjellet og Storburstinden. Grønnstein og grønnskifer opptrer også rett nord for Famvatnet og i form av mektige lag øst for vannet mot svenskegrensa.

Grønnskifrene er typisk klorittrike, dels laminerte og kan være kalkrike. De består av foruten kloritt og karbonat, primært av albitt, muskovitt, epidot, kvarts og aktinolit. Grønnskifrene har

typisk en velutviklet skiffrighet og har stedvis innslag av fyllittiske lag og representerer antakeligvis i stor grad tuffittiske bergarter.

Grønnsteinene er mer massive og homogene og typisk noe mer grovkornede enn skifrene. De inneholder vanligvis mye mer amfibol og plagioklas enn skifrene. Bergartene er generelt svært deformerte, men en lokalitet ved Raudvatnet viser strukturer som kan være putelava, og i det tilfelle dannet ved relativ stor dybde under havoverflaten (Figur 7). De fleste grønnsteinene er med stor sannsynlighet metabasalter, men de mest grovkornede typene kan også representere subvulkanske intrusjoner.



Figur 7: Mulig putelava. Randsonen til putene synes å være mer forvittringsbestandige, kanskje fordi de er mest finkornige. Lokalitet: Nordenden av Raudvatnet.

2.3.3 Ultramafitter/serpentinitter

Ultramafiske bergarter er svært karakteristiske for Hattfjeldalsområdet og står opp i landskapet som iøynefallende rødbrune fjell og knauser (spektakulære eksempler er Hatten, Krutvassrøddiken og Gryttinden, Figur 8). Disse bergartene viser en god del variasjon i mineralogi og bergartstype men domineres klart av serpentiniserte peridotitter og er derfor kartlagt sammenfattende som serpentinitter tross lokale litologiske variasjoner. Ultramafittene er representative for Atofjälldekket. Det er mange av disse kroppene og de varierer i størrelse fra titalls meter til kilometer store massiver og dekker et stort område fra Krutvatnet i nord til Elsvatnet i sør (Figur 5). Antakelig er dette den største ansamlingen av serpentinitter i Kaledonidene (i hvert fall om de på svensk side av grensa tas med).



Figur 8: To prominente serpentinittmassiver: Øverst Hatten og nederst Krutvassrøddiken.



Figur 9: Typisk serpentinittkropp med karakteristisk polyhedral oppsprekking med årer dominert av talk. Lokalitet: Nordvest for Kjerringvatnet (Hatten i bakgrunnen).

Serpentinitene forekommer primært som solitære elongerte kroppar og er nesten uten unntak assosiert med langstrakte lag av grønnstein og mange steder opptrer små gabbrokroppar sammen med dem. Dette antyder at det er en genetisk sammenheng mellom disse bergartene.

Serpentinitene representerer omvandlede mantelbergarter og består nå vesentlig av serpentin i form av antigoritt, samt opprinnelig olivin (opptil 50 %). Mest olivin finnes typisk i kjernen av kroppene, mens randsonene gjerne inneholder en del talk. Disseminert magnetitt er ganske vanlig og er nok dannet i forbindelse med serpentiniseringen. Magnetittinnholdet gjør at serpentinitene kommer tydelig fram i de magnetiske målingene (Figur 2). Aksessoriske mineraler er kloritt, karbonat og pyroksen (både klino- og ortopyroksen). Kromitt er likeledes mange steder assessorisk men opptrer i en del kroppar som linser og slirer, typisk massive (Figur 42). Disse er imidlertid for små til å ha økonomisk interesse.

Kun få primære magmatiske teksturer er bevart i serpentinitene som til gjengjeld ofte er gjennomgått av flere generasjoner av hydrotermale årer og årenettverk (Figur 9). Stedvis omkring noen av serpentinitene finnes soner med grense-faciesbergarter, såkalte "black wall" omvandlingssoner, dannet ved metasomatisk omvandling av sidebergarten og ultramafittene. Likeledes finnes enkelte steder i randsonene til ultramafittkroppene serpentin pseudo-konglomerater/breksjer kanskje dannet ved forkastningsaktivitet da kroppene kom på plass.

2.3.4 Felsiske metavulkanitter

Felsiske metavulkanitter som har fått feltbetegnelsen kvartskeratofyr opptrer som langstrakte lag i området rundt Krutvassrøddiken og Krutvatnet, samt sørover i Mosvassdalen til Kjerringvatnet (Figur 5). De er typiske bergarter for Atofjälldekket. Vulkanittene er assosiert med og ligger i kontakt med lag av grønnstein. Disse bergartene er viktige fordi noen av de

mest interessante sulfidforekomstene er assosiert med dem (Raudvatnet, Brunreinvatnet, Svarthammaren og Mosvassdalen, se underkapittel 2.4).

Kvartskeratofyrene består hovedsakelig av albitt og kvarts med mindre mengder kloritt og muskovitt. Teksturen varierer fra porfyrisk med større kvarts- og albittkorn i en finkornet grunnmasse av de samme mineralene til mer jevnkornet. Typisk er bergarten hvit eller lys grå (Figur 10), men stedvis har keratofyrene en rusten forvitningsfarge som skyldes finfordelte sulfidmineraler. De sulfidførende keratofyrene er typisk muskovitt-(sericitt)rike og mer skifrige.



Figur 10: Veiskjæring med flatliggende, finskifrig kvartskeratorfyr. Lokalitet: Dalbekken nord for Unkervatnet.

2.3.5 Marmor

Marmor i form av kalsitt- og dolomitmarmor opptrer i langstrakte og tykke enheter som strekker seg fra sørenden av Røssvatnet, gjennom Hattfjelldal og sørover inn i Susendalen. Disse enhetene er godt kartlagt og vises på det utgitte 1:50 000 kartbladet Hattfjelldal (Dallmann, 1994) og altså utenfor området for dette prosjektet. I det området er de tilknyttet Hattfjeldalsdekket (Dallmann, 1994).

Marmor er også svært vanlige i området øst for Røssvatnet fra Varntresk til svenskegrensa nord for Famvatnet (Figur 5). Dette er langstrakte, men tynne soner av vesentlig kalsittmarmor og er typisk noen få meter tykke og veksler med grønnskifer og kalkholdig glimmerskifer. Marmorene opptrer både som homogene enheter med typisk sukkerkornet tekstur, men forekommer også båndet med kalksilikater som er typisk foldet (Figur 11). Dessuten finnes det en del karstdannelse i forbindelse med karbonatene, spesielt nord for Famvatnet. Marmorene er mest utbredt i Akfjelldekket som vi foreslår skal korreleres med Hattfjeldalsdekket sør for

Røssvatnet. Det finnes også tynne, men utholdende enheter i det underliggende Famvassdekket og tilsvarende enheter gjenfinnes sør for Røssvatnet i den underste enheten av Jofjälldekket.



Figur 11: Nærbilde av foldet marmor. Den brunlige farge skyldes Fe-oksider i karbonatene. Lokalitet: Litlbukksfjellet.

2.3.6 Psammitter (metasandstein), glimmerskifre og kvartsittiske skifre

Mer grovkornede metasedimenter kalles psammittiske bergarter (Figur 12). Slike bergarter er utbredt i store deler av området og gjerne i veksling med, eller som tynnere lag i, de fyllittiske bergartene (Figur 13). De er typisk lyse og kvarts- og/eller feltspatrike. De kan også være glimmerrike og kalles da glimmerskifre.

Mektige enheter med psammittisk skifer opptrer særlig i Atofjälldekket på Vågfjellet og i Joesjödekket på Arefjellet og Buksfjellet-Greipfjellet NØ for Krutvatnet (dels kvartsittiske). Kvartsrike skifre opptrer i en meget langstrakt enhet i Atofjälldekket fra området nord for Hatten og østover gjennom Mosvassdalen, forbi Mosvatnet og nordøstover til svenskegrensa. Det er også kvartsrike skifre i området mellom Hattfjellet og Moskefjellet.

Når det gjelder mer glimmerrike skifre, så er det flere langstrakte enheter nord for Famvatnet (bl.a. nord for Akfjellet og på Brakfjellet). De sistnevnte er mer kvartsittiske.

Granatførende glimmerskifre som dels er staurolitt- til kyanittførende, opptrer i Krutfjellområdet og omgir det store gabbromassivet som utgjør de høyere delene av Krutfjellet. Disse viser

mange steder en rytmisk variasjon mellom finkornede, mer siltige til mer grove sandige lag, på meterskala eller mindre (Figur 14).



Figur 12: Typisk relativt grovkornet sandstein (psammitt). De grove kornene består av kvarts og feltspat. Lokalitet: Krokbecken SV for Krutvassrøddiken.



Figur 13: Vekslede mer fine fyllittiske og grove psammittiske skifre. Lokalitet: Vågfjellet.



Figur 14: Metasandstein/psammittisk skifer med varierende kornstørrelse. Lokalitet: Leirelvbukta, Røssvatnet.

2.3.7 Kalkrike metasedimenter

Kalkrike metasedimenter finnes i alle Köli-enhetene og er vanlig som tynne lag i tilknytning til både fyllittiske og psammittiske bergarter, samt marmor. Mektigere og mer langstrakte enheter finnes i området mellom Garsmarka og Unkervatnet, i Mosvassdalen, i Buksfjell-Greipfjellområdet og sør for Famvatnet. Bergartene varierer i karakter fra fyllitt til skifer og er typisk rike i glimmer, særlig biotitt og/eller kloritt. Kalken er mange steder vitret ut og gir bergarten et karakteristisk "knudrete" preg (Figur 15).



Figur 15: Typisk kalkrik glimmerskifer med forvitring av kalk som gir et "knudrete" til "hullete" utseende. Lokalitet: Sør for Våg fjellet.

2.3.8 Diamiktitt og konglomerat

Dallmann (1994) har på berggrunnskartet Hattfjelldal (1926 II) skilt ut to enheter som er kalt 'Kalkspatførende fyllitt med spredte boller av dolomitt og/eller kvartsitt' (enhet # 32) og 'Magnetittkvartsitt' (enhet # 30) innenfor Jofjälldekket. Vi tolker disse enhetene til å representere diamiktitt og jernformasjon som er dannet i nær tilknytning til hverandre som beskrevet fra jernforekomstene i Dunderlandsdalen (Melezhik o.a., 2015). Diamiktitt er en sedimentær bergart som består av usorterte boller av ulik størrelse i en matriks av slamstein eller sandstein. Den kan indikere glasiære forhold under avsetningen. Konglomerat er en mer generell betegnelse for klastisk usortert sedimentær bergart med avrundede boller i mer finkornet grunnmasse som kan dannes i en rekke avsetningsmiljøer.

Diamiktitt i Susendalen er nærmere undersøkt i en lengde av ca. 13 km fra Hattfjelldal sentrum i nord til Kvalpskardet sør for Mikkjeljord. Mektigheten er vanskelig å bestemme på grunn av intens deformasjon, men er trolig opptil 100 m inkludert jernformasjonen. Det er gradvis overgang fra diamiktitt uten jernmineralisering, til jernoksidførende diamiktitt og til mer rene jernformasjoner (Figur 16). Diamiktitt består av spredte, rundede boller av karbonatbergarter, i hovedsak dolomitt (1-5 cm) og i mindre grad store boller av kalkstein (10-40 cm), i en grunnmasse av karbonatførende glimmerskifer som dels også er klorittrik (Figur 17). Jernformasjonen består av disseminerte jernoksider, i hovedsak magnetitt og mindre mengder hematitt, i mm- til dm-tykke bånd i matriks av karbonatførende kvartsglimmerskifer. Mektigheten til jernformasjonen er normalt noen få meter.

Dallmann (1987) og Dallmann & Stølen (1993) har beskrevet en rekke ulike konglomerathorisonter i hovedsak innenfor Hattfjelldalsdekket sør for Hattfjelldal. De fleste av

disse representerer ulike elve- og strandavsetninger, mens andre ligner på diamiktitten beskrevet ovenfor og kan indikere avsetninger under glisiale forhold. Dette gjelder horisonter vest for Elsvatnet, vest for Krutfjellet og sør for Akfjellet.



Figur 16: Magnetittmineralisering assosiert med diamiktitt med spredte rundede boller av kalkstein. Lokalitet: Nordvest for Unkervatnet.



Figur 17: Diamiktitt med boller av kalkstein og dolomitt. Lokalitet: Veiskjæring sør for brua over Unkerelva i Susendalen.



Figur 18: Mektig bergartsenhet som mulig representerer sterkt deformert diamiktitt. Spredte boller av i hovedsak dolomitt finnes i en grunnmasse av kalkrik glimmerskifer. Bergarten er til dels lagdelt med enkelte mørkere glimmerrike lag. Lokalitet: Blotninger langs sørskråningen av Akfjellet.

En karakteristisk bergart i sørskrånningen av Akfjellet er tidligere kalt kalksteinskonglomerat av Ramberg m.fl. (Dahl, 1982). Den kan være opptil 150 m mektig og har en utstrekning langs strøket på over 5 km. Bergarten er ikke tilknyttet jernmineraliseringer, men har flere likhetstrekk med diamiktitt i Susendalen. Spredte boller av i hovedsak dolomitt finnes i en grunnmasse av kalkrik glimmerskifer (Figur 18). Lokalt er den lagdelt med glimmerrike lag uten boller. Forekomster av mulig diamiktitt ved Akfjellet og i Susendalen er med på å indikere at berggrunnen i områdene kan tilhøre samme tektoniske enhet; Akfjelldekket.



Figur 19: Omdannede karbonatfragmenter i kalksilikatbergart/matriks. Mulig opprinnelse som diamiktitt, omdannet som følge av kontaktmetamorfose i forbindelse med intrusjonen av Krutfjellgabbroen. Lokalitet: Steinbrudd på Fjøluneset ved Røssvatnet vest for Krutfjellet.

Forekomsten av det som kan være diamiktitt vest for Krutfjellet har vært utsatt for varme i forbindelse med intrusjonen av Krutfjellet gabbromassiv og er nå omdannet til det som kalles en hornfels. Dette er en finkornet hard bergart som inneholder mye kalksilikater og som kan være velegnet til pukformål. Det er et lite steinbrudd/pukkverk på Fjøluneset ved Røssvatnet i denne bergarten (Figur 19).

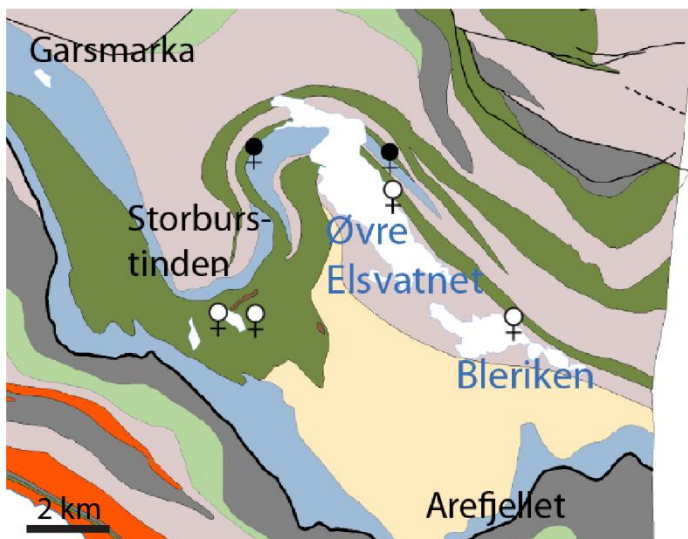
2.4 Mineralressurser – sulfid- og oksidforekomster

I tillegg til berggrunnskartleggingen er mineralressursene i området undersøkt i detalj. De viktigste forekomstene er vist på geologikartet i Figur 5. Undersøkelsene har hatt som formål å bestemme forekomsttype og om de har eller indikerer et ressurspotensial. Forekomstene er også prøvetatt for geokjemiske analyser og mikroskopundersøkelser for karakterisering av mineraliseringene. Det ble også gjort en masteroppgave på sulfidforekomsten ved Raudvatnet i 2015-2016 i regi av Universitetet i Oslo og NGU (Svennungsen, 2016).

De fleste sulfidforekomstene er tilknyttet metavulkanitter (kvartskeratofyr eller grønnstein/grønnskifer), men noen opptrer i sedimenter som fyllitter eller er tilknyttet marmor. Det er også sulfidforekomster i gabbro (på Krutfjellet) og tilknyttet serpentinitter (Hatten og Krutvassrøddiken). De viktigste av sulfidforekomstene er beskrevet under.

Oksidforekomster innbefatter kromittforekomster tilknyttet serpentinitene i Atofjälldekket og magnetittmineraliseringer i Jofjälldekket. De er imidlertid alle små og har ikke noe økonomisk potensial.

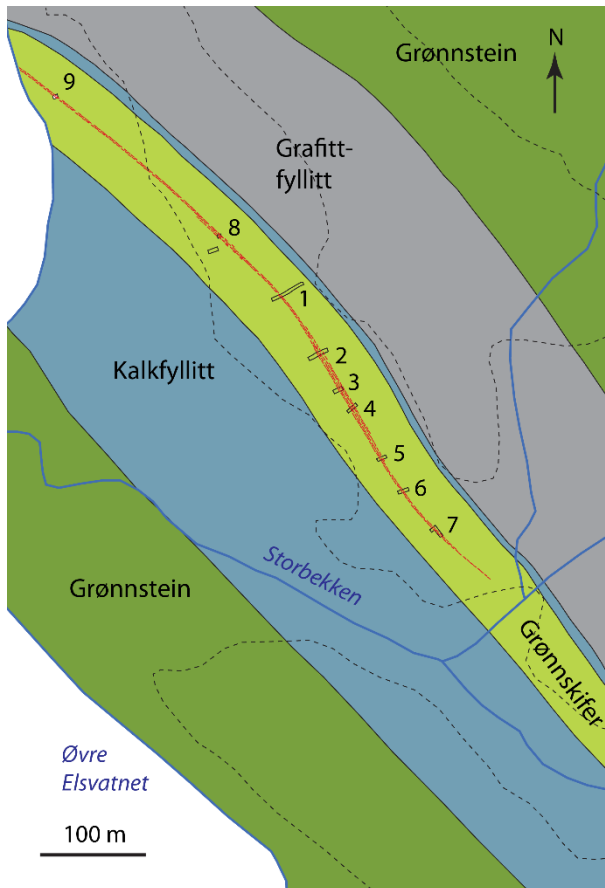
2.4.1 Øvre Elsvatnet



Sulfidmineraliseringer ved Øvre Elsvatnet ble oppdaget og undersøkt av Boliden på 60-tallet. Det finnes mineraliseringer både på øst- og vestsiden av vannet og disse opptrer i grønnskifer på samme nivå i bergartssekvensen (Figur 20). Mineraliseringene består vesentlig av pyritt med varierende innhold av kobberkis og sinkblende. Mektigheten på sonene er opptil 1-2 meter.

Figur 20: Mineraliseringene ved Øvre Elsvatnet, utsnitt fra Figur 5. Grønne farger er grønnstein/-skifer, lys grå er fyllitt, mørk grå er grafittfyllitt, lys gul er psammitt, lys blå er kalkskifer og rødt er felsisk metavulkanitt (kvartskeratofyr). Åpne gruvesymboler er ubetydelige mineraliseringer, fylte symboler er skjerp.

Kartlegging i dette prosjektet viser at grønnsteinslaget fortsetter fra vestsiden av vannet mot sør rundt Storburstinden og her er det funnet en større jernhatt og en meget liten sulfidimpregnasjon.



Figur 21: Geologi og mineralisering (røde striper) på NØ-siden av Øvre Elsvatnet. Røsker laget av Boliden er markert med nummer.

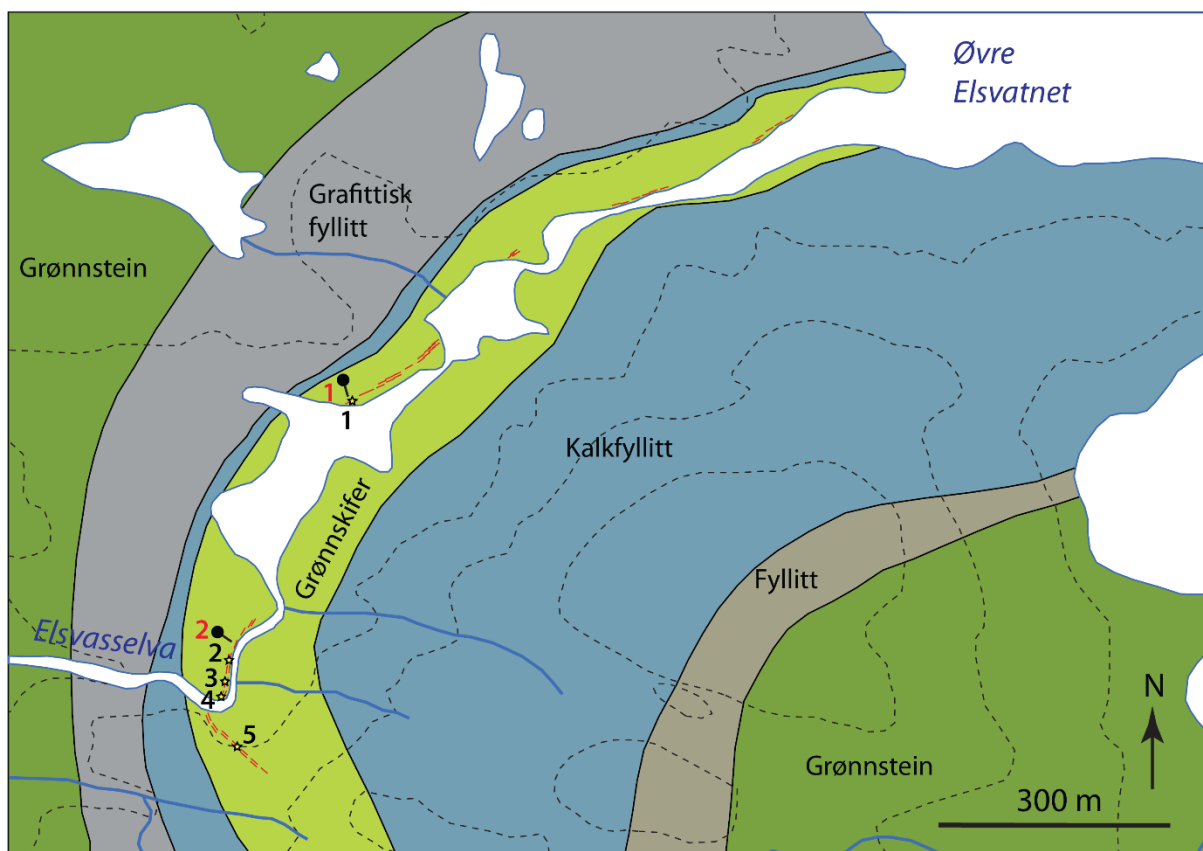
På NØ-siden av Elsvatnet ble mineraliseringen oppført med røsking over en lengde på om lag 500 m (Figur 21). Den mineraliserte sonen er 1-2 m mektig og består av fra noen cm til 0.5 m tykke lag og linser av semimassiv til massiv finkornet pyritt med variabelt innhold av kobberkis og sinkblende i en matriks av kvarts, kloritt og sericitt. Mellom sulfidlagene og linsene er det umineralisert til svakt pyrittimpregnert grønnskifer. I 1967 boret Boliden et pack-sack hull som viste 2.41 m impregnasjon av pyritt med noe kobberkis og sinkblende. Dessverre mangler analysedata, kjernebeskrivelser og posisjon fra dette borhullet.

Tabell 1: Analysedata fra grøftene (fra Boliden rapport)

Grøft	Tykkelse	Cu (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	S (%)
no.1	0.5 m	0.2	0.2	1	9.6
no.2	2.0 m	0.6	2.3	3	14.5
no.3	1.9 m	1.4	0.3	2	7.9
no.4	2.0 m	0.3	0.2	1	9.7
no.5	0.7 m	2.6	0.8	7	26.0
no.6	0.8 m	0.2	0.7	1	4.7
no.7	0.5 m	0.5	0.9	4	27.3
no.8	1.0 m	0.3	0.1	2	4.1

Bolidens analysedata fra grøftene (Tabell 1) gir et gjennomsnitt på 1.2 m med 0.75 % Cu, 0.78 % Zn, 2 g/t Ag og 11.5 % S. Gjennomsnitt av 10 prøver innsamlet i dette prosjektet, samt i NGUs database er 1.80 % Cu, 1.55 % Zn, 0.02 % Pb, 13 g/t Ag og 0.09 g/t Au. Dette viser at det er en Cu-Zn mineralisering med lavt innhold av andre metaller, inklusive Ag og Au.

Vertsbergarten er en båndet, generelt karbonatførende grønnskifer av sannsynlig tuffittisk opprinnelse. Denne er 50-75 m tykk og ligger mellom kalk- og grafittfyllitt (Figur 21).



Figur 22: Geologi og mineralisering (røde striper) på vestsiden av Øvre Elsvatnet. Plassering av pack-sack borhull (røde numre) og prøvelokaliteter (stjerner og svarte numre) er vist.

Bergartssekvensen fortsetter mot vest tvers over vannet og i elveoset (Elsvasselva) er det blottlagt en tilsvarende mineralisering, som også ble oppdaget av Boliden (Figur 22). Det ble gjort begrenset røsking, bakkegeofysikk og boret to pack-sack hull. De to hullene (1 og 2) viste henholdsvis 0.4 m og 1.89 m med pyritt-impregnasjon med underordnet kobberkis. Prøvetaking av Boliden fra grøftene viste 1-2 m med 1.2-2.4 % Cu, 0.1-0.7 % Zn, 1-6 g/t Ag og 8.5-29 % S som gav et gjennomsnitt på 1.5 m med 2.0 % Cu, 0.2 % Zn, 4 g/t Ag og 21 % S.

Røskegrøftene fra 60-tallet er i dag overgrodd og bare den sørligste del av mineraliseringen er nå tilgjengelig (lokaliteter nr.4 og 5 i Figur 22). Lokalitet nr.4 er en skrent ned mot elva som består av en 2-3 m mektig sone med svakt pyritt-impregnert klorittskifer. Midt i sonen er det flere 1-5 cm tykke linser med semimassiv finkornet pyritt med underordnet kobberkis og sinkblende (Figur 23). Lensene kan være opptil noen meter i utstrekning. En prøve herfra (Hatt 17-15) viste 2.31 % Cu, 0.11 % Zn, <0.01 % Pb, 5.8 g/t Ag og 0.05 g/t Au.



Figur 23: Utgående av mineraliseringen ved Elsvasselva. Til høyre semimassive pyrittstriper.

Lokalitet nr.5 er en liten røskegrop 80 m sør for elva, hvor det er blottlagt ca. 1 m mektig klorittskifer. I øvre 40 cm av denne er det hyppige mm-tykke bånd med pyritt og sinkblende og underordnet kobberkis, fulgt av en sone med rik impregnasjon av pyritt og kobberkis med aksessorisk sinkblende under. Prøve av den øvre delen (Hatt 17-12) viste 1.31 % Cu, 1.38 % Zn, 0.01 % Pb, 5.1 g/t Ag og 0.03 g/t Au, mens den nedre viste (Hatt 17-13) 2.33 % Cu, 0.17 % Zn, <0.01 % Pb, 7.0 g/t Ag og 0.06 g/t Au.

Bergartssekvensen fortsetter sørover, opp mot Storburstinden (Figur 20). Like ved de to små Plistertjønnan opptrer en svært liten mineralisering med impregnasjon av kobberkis i klorittskifer (prøve gir 4.0 % Cu, 15 g/t Ag) og en større jernhatt (0.05 % Cu, 0.04 % Zn i jernhatten).



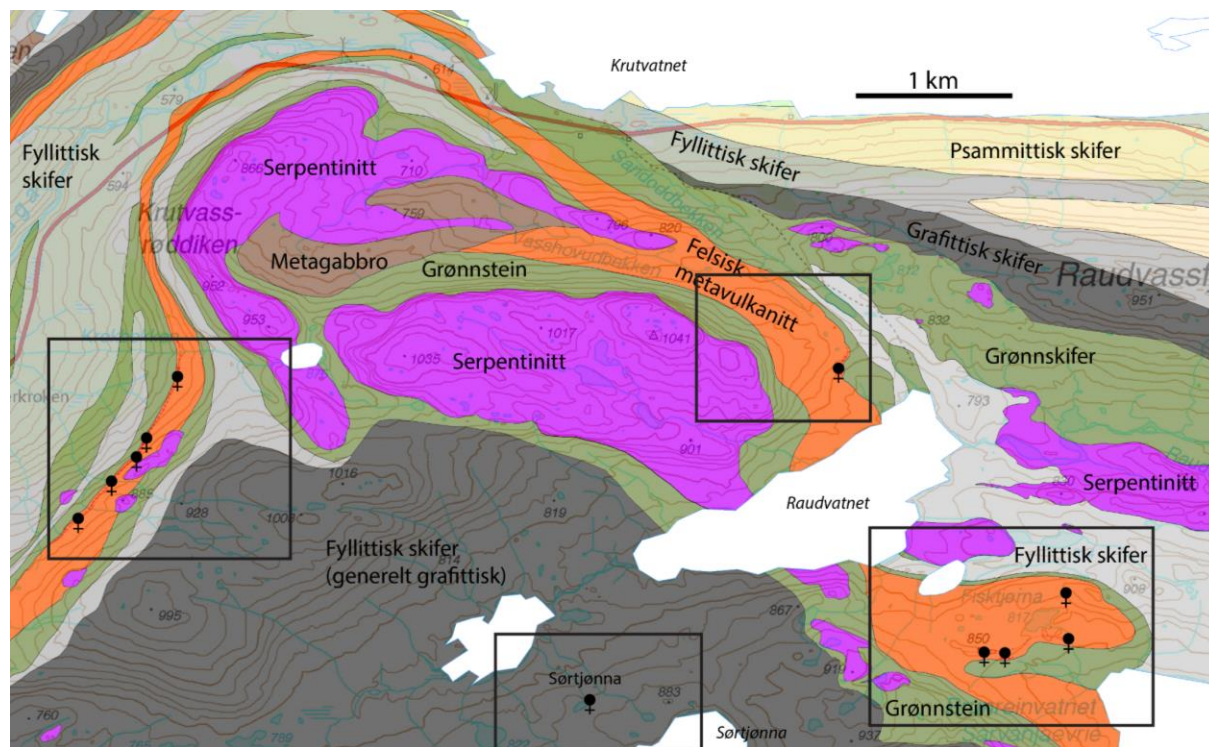
Figur 24: Røskegrøft laget av Boliden ved Bleriken (sett mot nordvest).

Det er også en kobbermineralisering like nord for Bleriken (Figur 20) bestående av spredte streker av kobberkis i klorittisk grønnskifer. Den totale mektigheten på sonen er opptil 20 m og består av flere 0.1-0.7 m tykke lag/linser med svak impregnasjon i veksling med umineraliserte lag. Hele sonen kan kun følges i 50 m på grunn av overdekning. Boliden har røsket i de beste 5 m av sonen, men fant kun impregnasjon med opptil 1.5 % Cu (Figur 24). En prøve innsamlet i prosjektet viste 0.52 % Cu, 0.01 % Zn, <0.01 % Pb, 1 g/t Ag, 0.05 g/t Au.

I samme grønnskiferlag, på nordbredden av Øvre Elsvatnet, like sør for Storbekken og bare 6-700 m fra Elsvatnmineraliseringen (Figur 20) er det delvis blottlagt en 1-2 m sone med mineralisering bestående av rik Cu-impregnasjon i øvre del og bånd av pyritt i undre del. Førstnevnte inneholder 1.57 % Cu, 0.04 % Zn, <0.01 % Pb, 7 g/t Ag, 0.16 g/t Au og sistnevnte < 0.01 % Cu, 0.37 % Zn, <0.01 % Pb, 0.2 g/t Ag, <0.01 g/t Au.

2.4.2 Raudvatnet

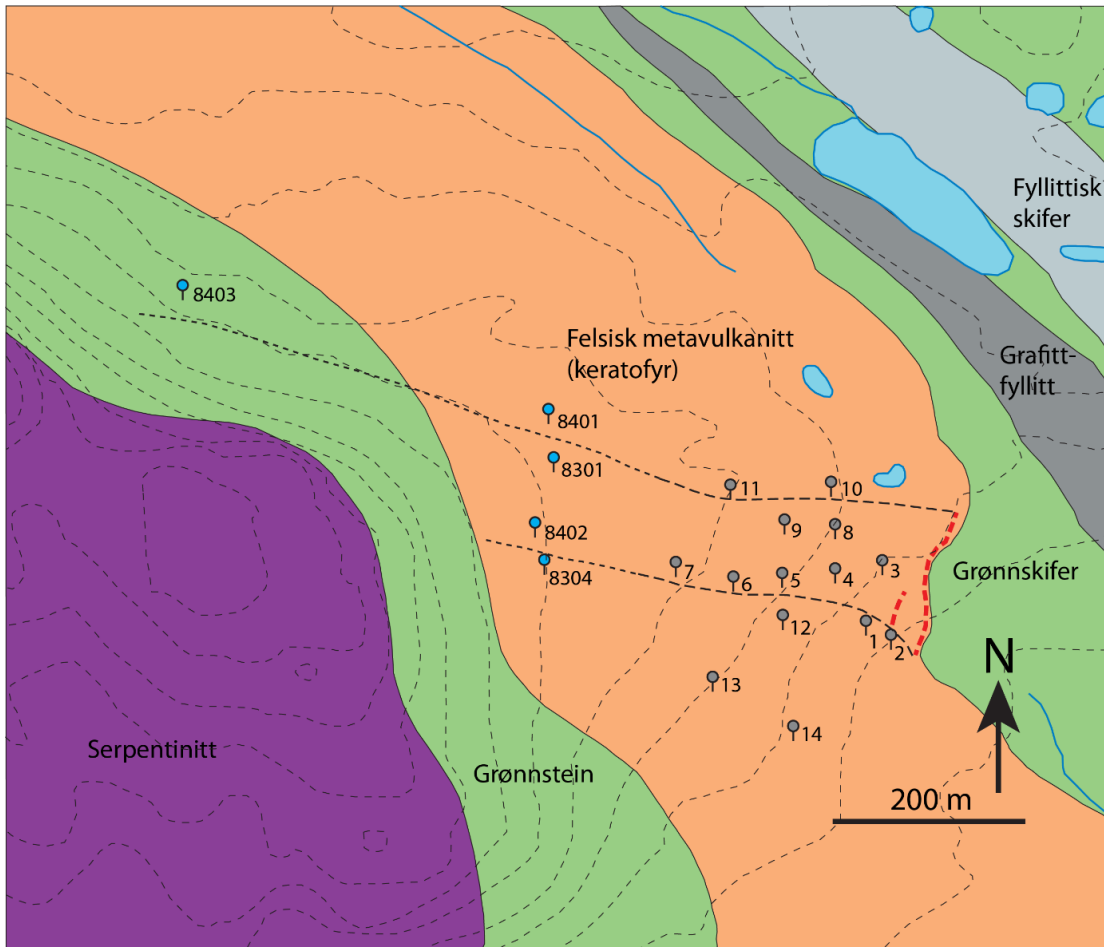
Sør for Krutvatnet, i området Raudvatnet-Krutvassrøddiken er det tre sulfidforekomster tilknyttet felsiske metavulkanitter og en forekomst i fyllittiske bergarter (Figur 25). Alle disse forekomstene ble funnet av Boliden på 60-tallet og ble seinere fulgt opp av ASPRO/LKAB på 80-tallet.



Figur 25: Geologi og sulfidforekomster i området Raudvatnet-Krutvassrøddiken. Rektanglene viser til detaljkart i avsnitt om de respektive forekomstene.

Forekomsten Raudvatnet ble funnet i 1965 og prøver etter røsking viste høye gehalter over en mektighet på 1-3 m: 0.5-4 % Cu, 3.6-24.3 % Zn, 0.5-0.9 % Pb, 56-770 g/t Ag og 0.6-15.2 g/t Au. I etterfølgende år ble det utført bakkegeofysikk og boret i alt 14 hull, hvorav 7 traff mineralisering (Figur 26). Mineraliseringen fordelte seg i to linser, 2-3 m i tykkelse og 50-100 m i bredde. Boliden beregnet en tonnasje på 148 000 t fordelt på en øvre linse med 28 000 t med 0.3 % Cu, 3.0 % Zn, 28 g/t Ag, 0.3 g/t Au og en nedre linse med 120 000 t med 0.6 % Cu, 2.9 % Zn, 66 g/t Ag, 0.7 g/t Au. På grunn av begrenset tykkelse på malmsonen og relativt

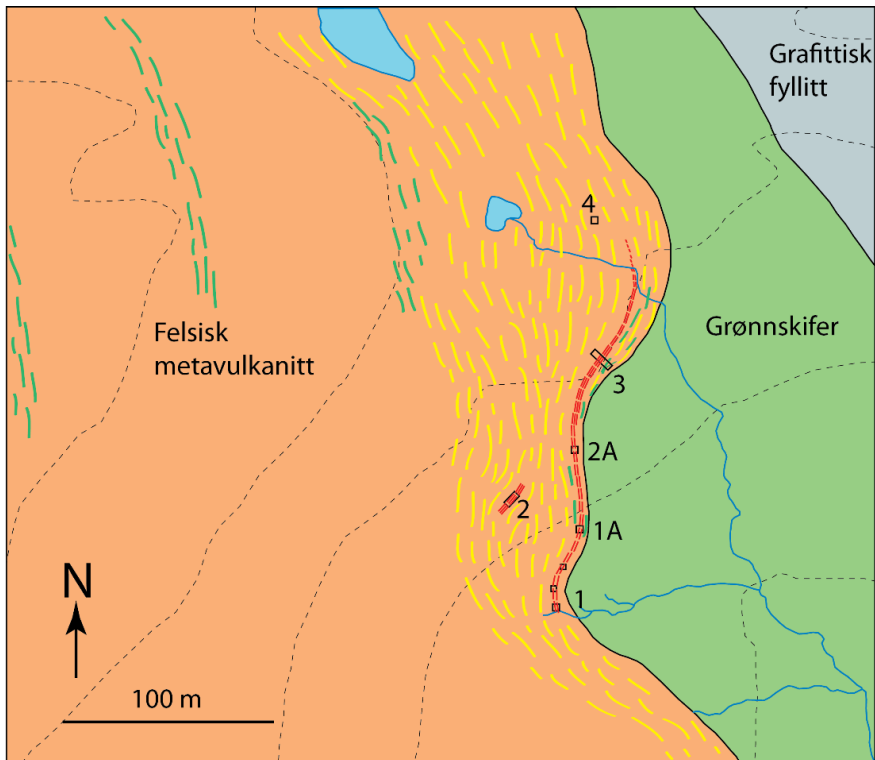
skuffende geohalter sammenlignet med verdiene fra røskingen, samt at malmsonen stuper ned dypt under serpentiniten på Krutvassrøddiken, så oppgav Boliden dette feltet.



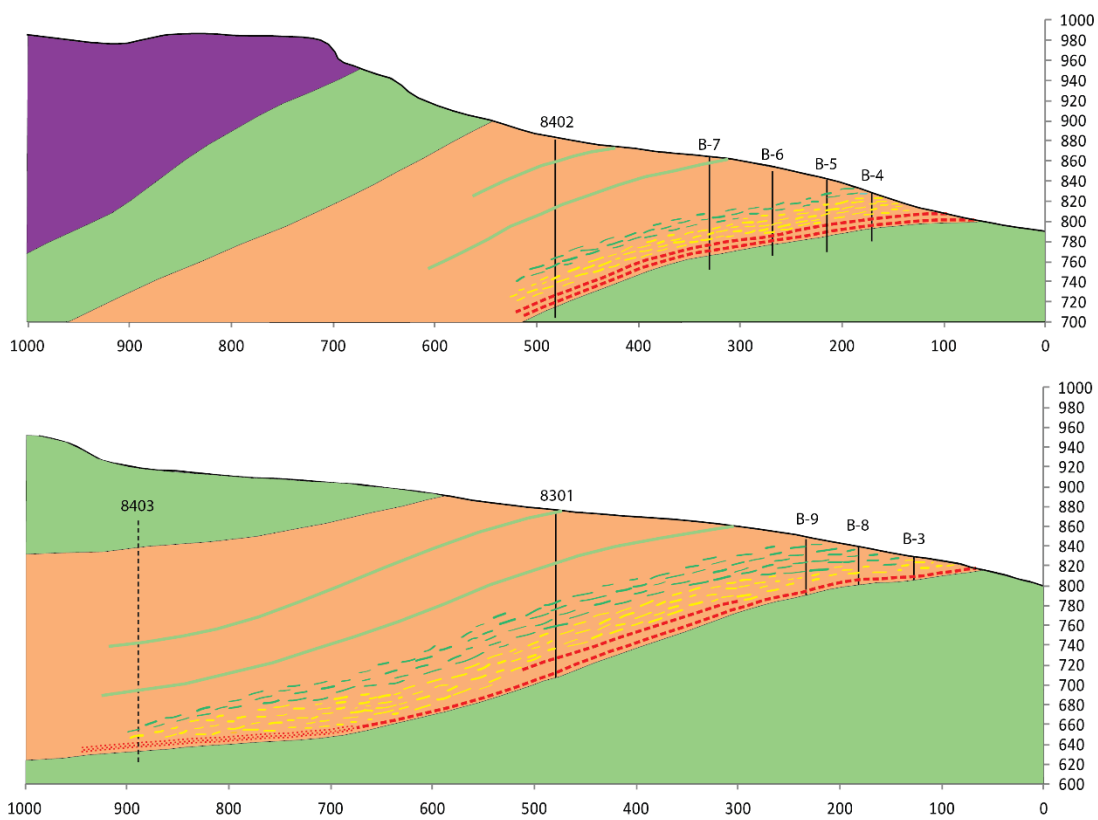
Figur 26: Detaljert geologisk kart over Raudvatnet-forekomsten. Rød stipling viser utgående av mineraliseringen og svarte stiplede linjer viser fortsettelsen av forekomsten under dagen. 1-14 er borhull av Boliden, mens 8301-8403 er borhull av ASPRO/LKAB.

Selskapene ASPRO og LKAB gikk sammen om å fortsette undersøkelsene i feltet på 80-tallet og på grunnlag av 5 nye borhull ble tonnasjen økt til 365 000 t med 130 000 t med 0.3 % Cu, 2.4 % Zn, 25 g/t Ag, 0.3 g/t Au i øvre malmlinse og 235 000 t med 0.6 % Cu, 2.5 % Zn, 47 g/t Ag, 0.4 g/t Au i nedre linse. Selskapene konkluderte deretter med at forekomstens størrelse ikke kan avgrenses på grunnlag av boringene, men at videre undersøkelser var vanskelige og dyre på grunn av større dyp mot vest. På grunn av tilstedeværelse av grafittsoner og at mineraliseringen er sinkrik og ikke massiv, var heller ikke bakkegeofysikken entydig.

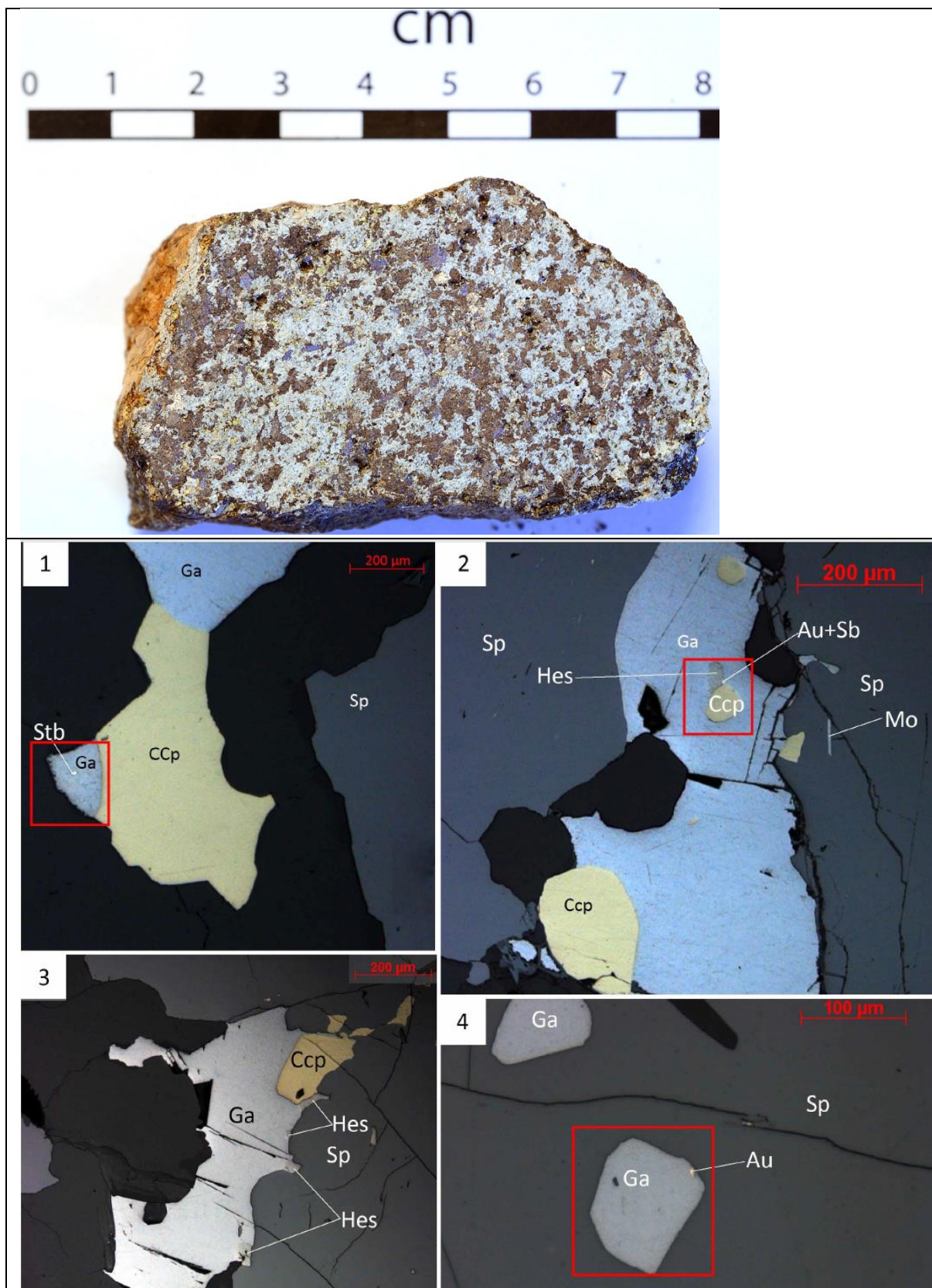
Forekomsten består av to linjalformede linser, som har utgående over en lengde på ca. 200 m. Den ligger i felsisk metavulkanitt (kvartskeratofyr) like over kontakten til en grønnskifer (Figur 27 og Figur 28). Strukturelt over, og i kontakt med mineraliseringen er vulkanitten ekstensivt omvandlet til kvarts-sericittskifer med varierende, men generelt svak impregnasjon av pyritt (Svennungsen, 2016). Det er også en del linser bestående nesten utelukkende av mørkegrønn kloritt (klorititt) med spredt pyritt og linser/streker med kobberkis. Disse sonene er typisk for vulkanogene sulfidmalmer (VMS) og betyr i dette tilfelle at hele bergartssekvensen er invertert (Svennungsen, 2016).



Figur 27: Utgående av Raudvatnforekomsten og geologi. Røde streker markerer utgående av mineraliseringen, gul og grønn stipling er henholdsvis kvarts-sericitt og klorittomvandling av vulkanitten. Numrene representerer de forskjellige røskene til Boliden fra 60-tallet.

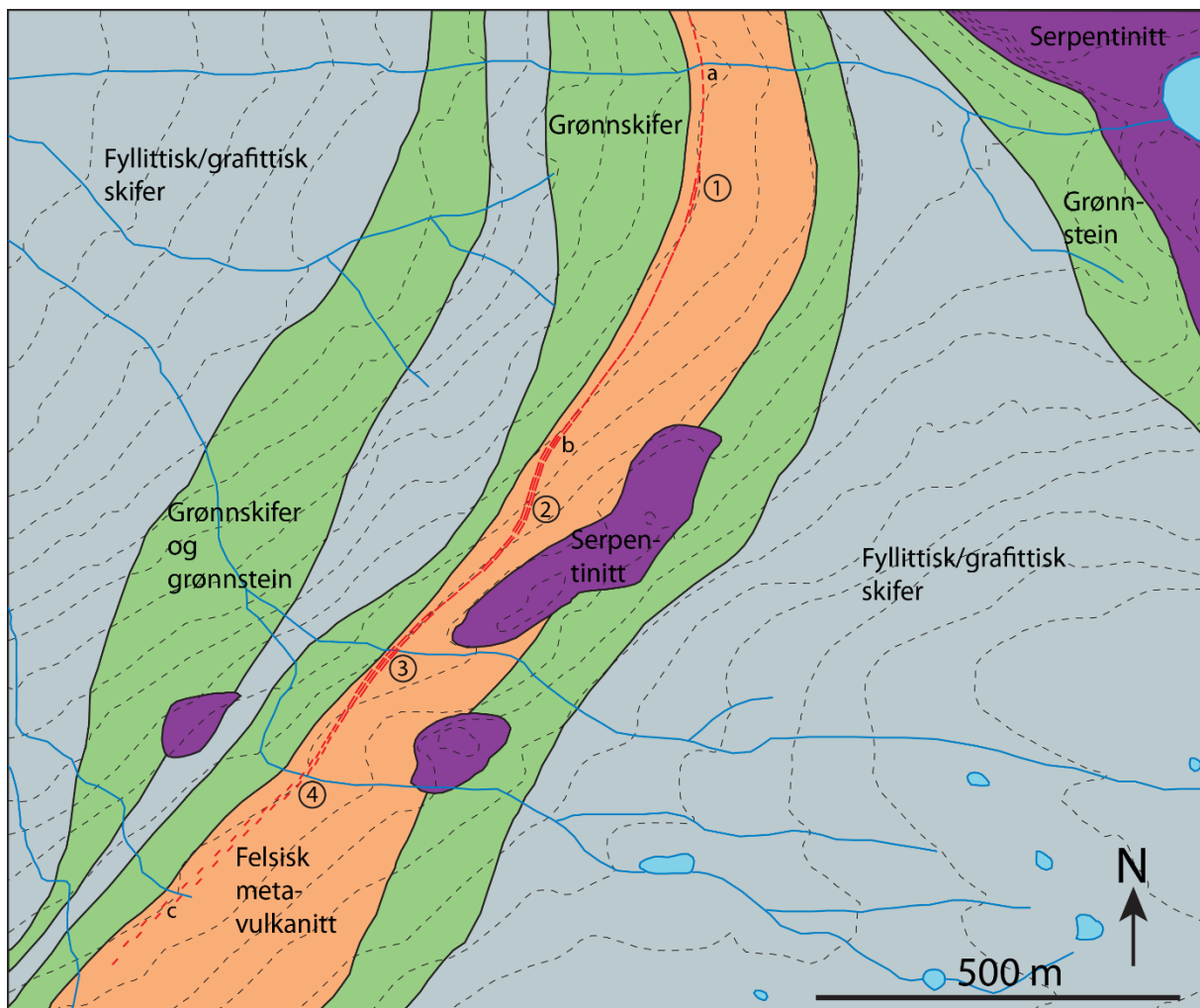


Figur 28: Vertikale Ø-V profiler basert på borhullsdata fra Boliden og ASPRO/LKAB. Samme signatur og farger som i Figur 27.



Figur 29: Malmprøve og tilhørende mikroskopbilder fra Raudvatnet forekomsten. Prøven (H22) inneholder 1.5 % Cu, 35.4 % Zn, 2.0 % Pb, 404 g/t Ag, 6.2 g/t Au, 396 g/t Te, 16 g/t In, 54 g/t Sb. Forkortelser: Au-gull, Ccp-kobberkis, Ga-blyglans, Hes-hessitt, Sp-sinkblende, Stb-stibnitt. Data fra Svennungsen, 2016.

2.4.3 Svarthammaren



Figur 30: Detaljkart over Svarthammaren-forekomsten. Mineralisering er vist med røde streker. Nummer 1-4 er Bolidens røskegroper (BAB-1 til 4), mens a-c er andre lokaliteter med mineralisering som er prøvetatt.

Forekomsten Svarthammaren befinner seg på vestsiden av serpentiniten i Krutvassrøddiken (Figur 25). Vertsbergarten er den samme felsiske metavulkanitten som for forekomstene Raudvatnet og Brunreinvatnet. Mineraliseringen ved Svarthammaren ble funnet av Boliden i 1966 som røsket fire steder langs den omtrent 1 km lange sonen (Figur 30). ASPRO/LKAB gjorde videre undersøkelser, blant annet bakkegeofysikk på 80-tallet, men resultatene var vanskelige å tolke på grunn av nærliggende grafittfyllitt og fordi mineraliseringen i hovedsak består av sinkrik impregnasjon som er lite ledende.

Den sentrale delen av mineraliseringen strekker seg ca. 400 m mellom skjerp 2 og 3 til Boliden (Figur 30) og består av 0.5-1 m med rik pyritt-sinkblende-blyglans impregnasjon i kvarts-kloritt-sericittskifer. Det er få blotninger mellom skjerpene, og ifølge de geofysiske målingene, er mineraliseringen trolig ikke like rik i hele utstrekningen.

Data fra prøver innsamlet i røskegroperne og ellers i sonen viser at den rikeste mineraliseringen finnes sentralt i sonen (skjerpene BAB-2 og BAB-3), som oppviser gehalter på 17-32 % Zn, 1.4-11.6 % Pb, 309-596 g/t Ag og 0.9-3.8 g/t Au, men er lav i kobber (0.01-0.39 % Cu). Data i dette prosjektet viser også høye verdier for tellur (269 og 436 g/t Te), molybden (64 og 237 g/t

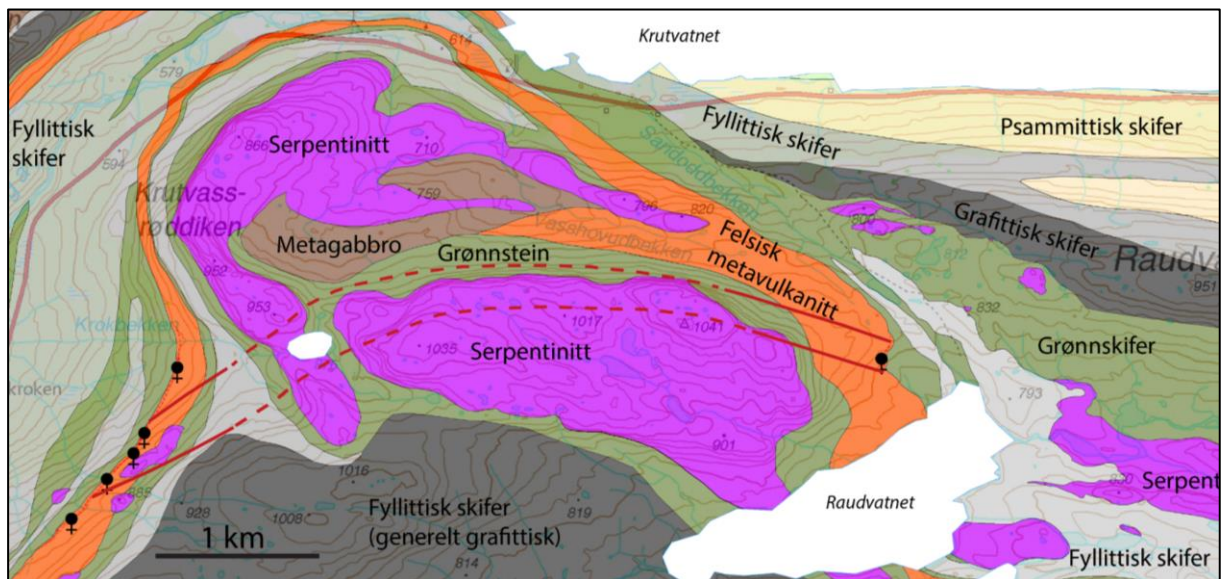
Mo) og antimon (258 og 472 g/t Sb). Den nordligste gropa (BAB-1) har lavere gehalter, et mye lavere forhold mellom bly og sink, men høyere kobber til sink forhold, enn den sentrale sonen.

Tabell 3: Analysedata fra prøver innsamlet i utgående av Svarthammaren forekomsten.

NGU #	Site	Cu	Zn	Pb	Ag	Au	Ba	As	Bi	Te	Ga	Ge	In	Cd	Co	Ni	Mo	Sn	Se	Sb	Fe	Mn
130321	a	0.01	0.03	0.003	0.5	0.00	113	9.35	0.04	0.6	14.8	0.4	0.1	1.2	28.4	36.8	1.6	0.4	0.8	-0.5	6.52	883.5
130322	a	0.05	0.02	0.002	0.1	0.00	79	4.1	1.55	4.2	15.7	0.4	0.5	0.5	23.0	40.0	4.1	1.5	5.0	-0.5	7.18	1177
NO0766.03	a	0.00	0.03	0.001	0.4	0.02		24						0.3	20.0	12.0	1.0			2.0	5.9	475
RK-12	a	0.01	0.03	0.004	0.4	0.01		10								16.0	16.0			-2.0	6.54	
RK-13	a	0.03	0.03	0.000	0.4	0.01		8								8.0	8.0			2.0	9.26	
108311	BAB-1	0.04	1.65	0.210	17.1	0.08	130	129.5	0.14	17.3	17.6	0.2	1.9	53.2	13.3	8.9	33.0	22.5	5.0	9.3	12.15	168
NO0766.01	BAB-1	0.03	2.33	0.103	20.5	0.31		135						98.8	1.0	7.0	10.0			4.0	12.74	86
NO0766.02	BAB-1	0.20	3.22	0.061	22.6	0.58		5						155.2	1.0	20.0	8.0			2.0	14.24	128
NO0766.04	BAB-1	0.07	0.05	0.001	0.6	0.03		30						1.1	62.0	16.0	4.0			2.0	12.52	1890
RK-14	BAB-1	0.33	6.57	0.083	72.7	0.73		-2								8.0	8.0			4.0	17.1	
RK-15	BAB-1	0.24	3.15	0.096	17.3	0.14		-2								11.0	11.0			-2.0	21.2	
RK-16A	BAB-1	0.04	0.07	0.001	0.7	0.02		20								4.0	4.0			-2.0	10.1	
RK-29	BAB-1	0.02	0.54	0.082	9.2	0.04		91								4.0	14.0			2.0	5.02	
130326	b	0.05	1.57	0.101	15.0	0.18	100	51.6	0.03	12.7	13.2	0.2	1.1	47.0	0.9	9.2	46.8	3.7	3.0	4.8	5.01	275
130327	BAB-2	0.10	16.89	6.040	372.0	1.86	-10	14	8.30	288.5	17.8	0.2	0.5	637.0	1.9	31.3	63.9	1.0	53.0	258.2	2.48	1243
Bolden66-2	BAB-2	0.39	18.00	9.500	548.0	3.20																
130323	BAB-3	0.01	31.96	11.580	596.0	0.94	-10	11.9	1.53	435.8	25.2	0.5	0.3	1161.0	6.8	26.8	237.4	1.0	162.0	471.9	4.09	940
Bolden66-3	BAB-3	0.17	17.30	1.400	450.0	3.80																
Aspro84-3	BAB-3	0.09	23.40	3.900	309.0	2.90																
130328	c	0.48	2.04	0.607	83.0	0.48	65	0.3	0.38	32.9	28.0	0.4	1.2	69.5	14.4	19.0	94.6	1.5	14.0	32.4	5.86	964

Cu, Zn, Pb, Fe i %, resten er ppm.

Forbindelse mellom Raudvatnet og Svarthammaren?



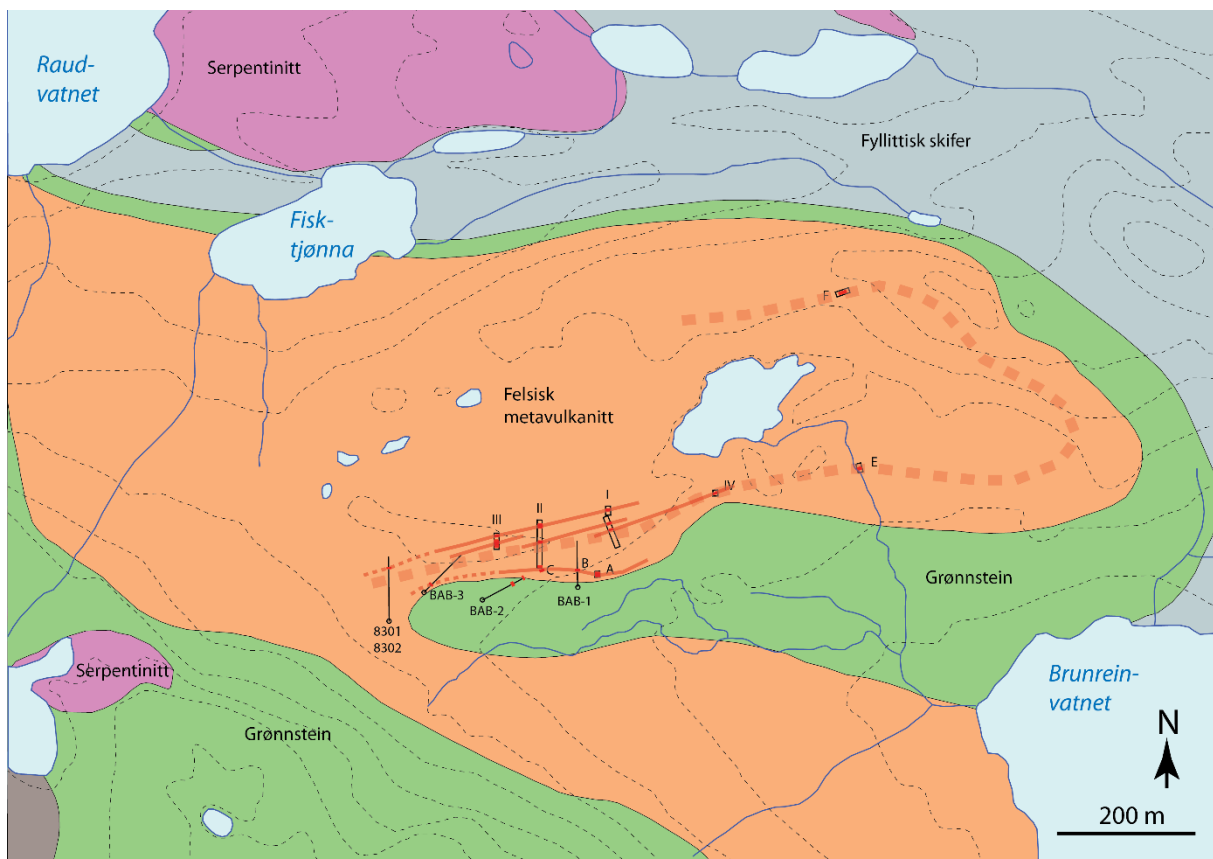
Figur 31: Stiplet linje antyder en mulig forbindelse mellom forekomstene Raudvatnet og Svarthammaren under serpentinitene på Krutvassrøddiken.

Forekomstene Raudvatnet og Svarthammaren er på hver sin side av serpentinit-massivene på Krutvassrøddiken og opptrer på samme strukturelle nivå i den felsiske metavulkanitten (Figur 31). Forekomstene har også mange likheter når det gjelder metallinnhold (høyt innhold av sink, sølv, gull, tellur, molybden) og sulfidene opptrer i begge forekomstene mest i form av semimassive linser og impregnasjoner i matriks av kloritt-sericitt-kvarts. Det er også svak impregnasjon av sulfider (mest pyritt) nesten kontinuerlig i utgående av vulkanitten rundt Krutvassrøddiken og særlig nede ved Krutåga. Videre viser strukturelle data fra Raudvatnet en vestlig stupende malmakse ($280^{\circ}/10-25^{\circ}$), mens Svarthammaren har en øst- til nordøstlig retning på akse. Ut fra disse observasjonene er det sannsynlig at de to forekomstene er

forbundet og kan være utgående fra samme hydrotermale system og at det kan skjule seg en større forekomst under Krutvassrøddiken.

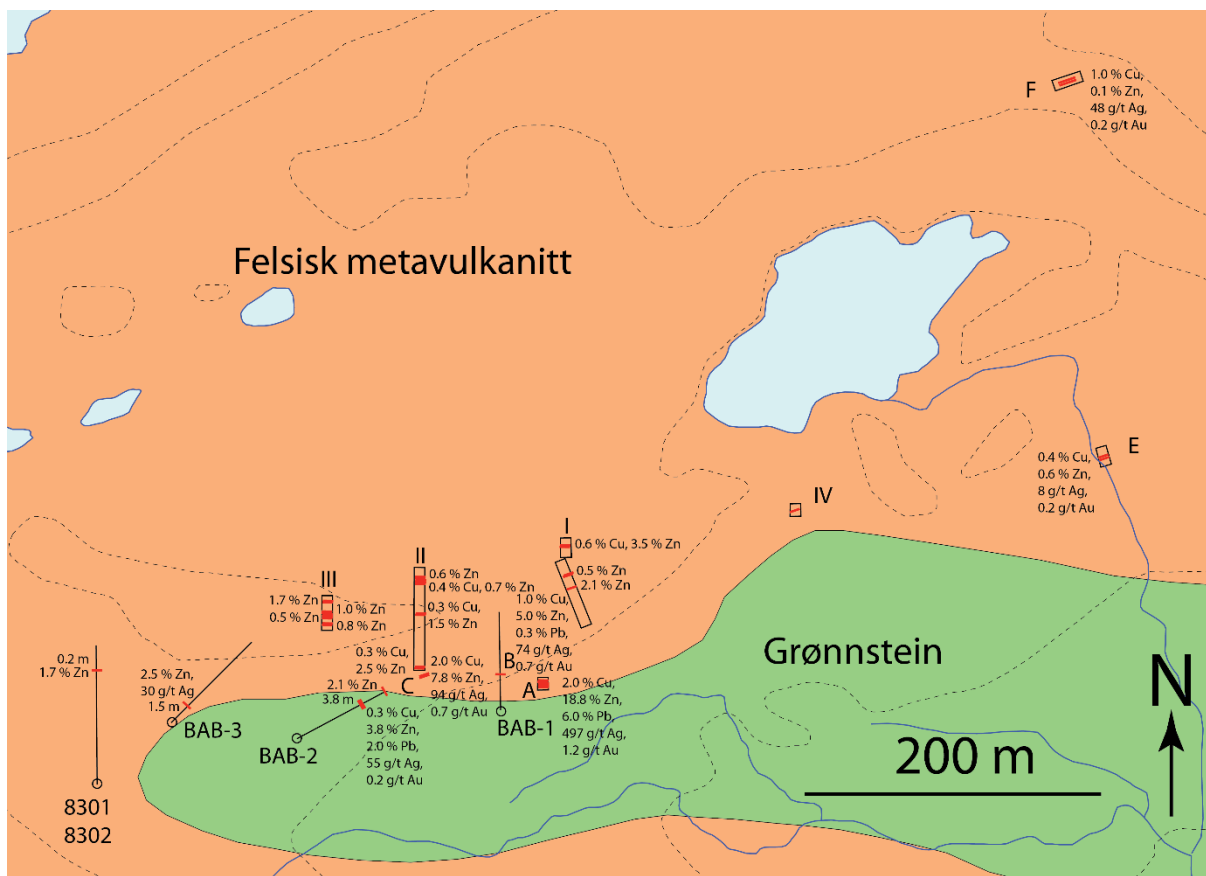
2.4.4 Brunreinvatnet

Forekomsten Brunreinvatnet ligger mellom Raudvatnet og Brunreinvatnet og ligger i samme enhet med felsisk metavulkanitt som forekomstene Raudvatnet og Svarthammaren (Figur 25). Forekomsten ble funnet av Boliden i 1964 og det ble gjort røsking og prøvetaking som viste dels meget høye verdier av sink (opptil 18.8 % Zn), bly (opptil 6.0 % Pb) og sølv (opptil 497 g/t Ag), samt anrikning av kobber (opptil 2.0 % Cu) og gull (opptil 1.2 g/t Au).



Figur 32: Detaljert geologi over forekomsten Brunreinvatnet med røskegrøfter (I-IV og A-F) og borhull (BAB – Boliden, 8301-2 – ASPRO/LKAB). Røde linjer og stipling viser mineraliseringer.

Boliden gjorde mer røsking og boret tre korte hull i 1966 for å finne ut mer om utbredelse av mineraliseringene (Figur 33). Bare hull nr. 2 (BAB-2) traff rik mineralisering: 3.8 m med 0.3 % Cu, 3.0 % Zn, 2.0 % Pb, 55 g/t Ag og 0.2 g/t Au. Hullet ble stoppet i en sinkrik mineralisering med 2.1 % Zn fordi de slapp opp for borstreng. Ut fra undersøkelsene konkluderte Boliden med at forekomsten besto av 2-3 malmlinser med begrenset utbredelse på flere nivåer.



Figur 33: Grøfter, borhull og data fra prøvetaking av Brunreinvatnet forekomsten av Boliden og ASPRO/LKAB.

I 1979 gjorde A/S Sydvaranger nye undersøkelser ved Brunreinvatnet, inklusive detaljkartlegging, prøvetaking og VLF bakkegeofysikk. ASPRO/LKAB fortsatte så undersøkelsene i 1981-1984 med mer geofysikk (SP, CP), geologi og prøvetaking. Det ble boret to hull (bh.8301 og 8302, til sammen 290 m Figur 33) for å sjekke sterke CP og SP anomalier i et av Bolidens hull, men disse traff bare svært svake impregnasjoner av pyritt og pyrrhotitt og anomaliene viste seg å være tynne lag med grafittisk fyllitt. Oppfølgende geofysikk viste imidlertid at hullene var for korte til å kunne treffe mineraliseringene som ble funnet av Boliden i hull BAB-2 (se Figur 33). Til slutt, i 1987, konkluderte ASPRO med at mineraliseringene ved Brunreinvatnet sannsynligvis besto av en rekke tynne linser som var kontrollert og oppkonsentrert på grunn av tett folding og derfor ikke kunne være økonomisk.

Forekomsten ligger som forekomstene Raudvatnet og Svarthammaren i felsisk metavulkanitt nær kontakten til underliggende grønnstein (Figur 25). Mineraliseringen har en total tykkelse på mer enn 20 m og kan følges diskontinuerlig langs strøket i omtrent 1.5 km (Figur 32). Den er sterkt foldet i en rekke tette til isoklinale folder med fall mot vest (20-45°), som åpenbart har konsentrert mineraliseringene og dannet en rekke atskilte linser.

Mineraliseringen består for det meste av varierende impregnasjon av sulfider, dominert av pyritt og/eller sinkblende, typisk anrikt i cm-dm striper i kvarts-sericitt-klorittskifer (Figur 34). Rikere soner, opptil 3-4 m i mektighet er funnet i noen av røskegrøftene, men synes å være meget begrenset i utstrekning. I tillegg til pyritt og sinkblende opptrer kobberkis og blyglans underordnet, mens sølvførende faser som hessitt og sulfosalter opptrer aksessorisk, assosiert

hovedsakelig med blyglans. I tillegg til kvarts, kloritt og sericitt (muskovitt), opptrer lokalt noe staurolitt og/eller karbonat.



Figur 34: Rik impregnasjon til semimassive bånd, tett foldet av hovedsakelig sinkblende i lys kloritt-sericitt-kvartsskifer. Fra grop A, se Figur 33.

Tabell 4: Analysedata fra prøver innsamlet i utgående av Brunreinvatnet forekomsten.

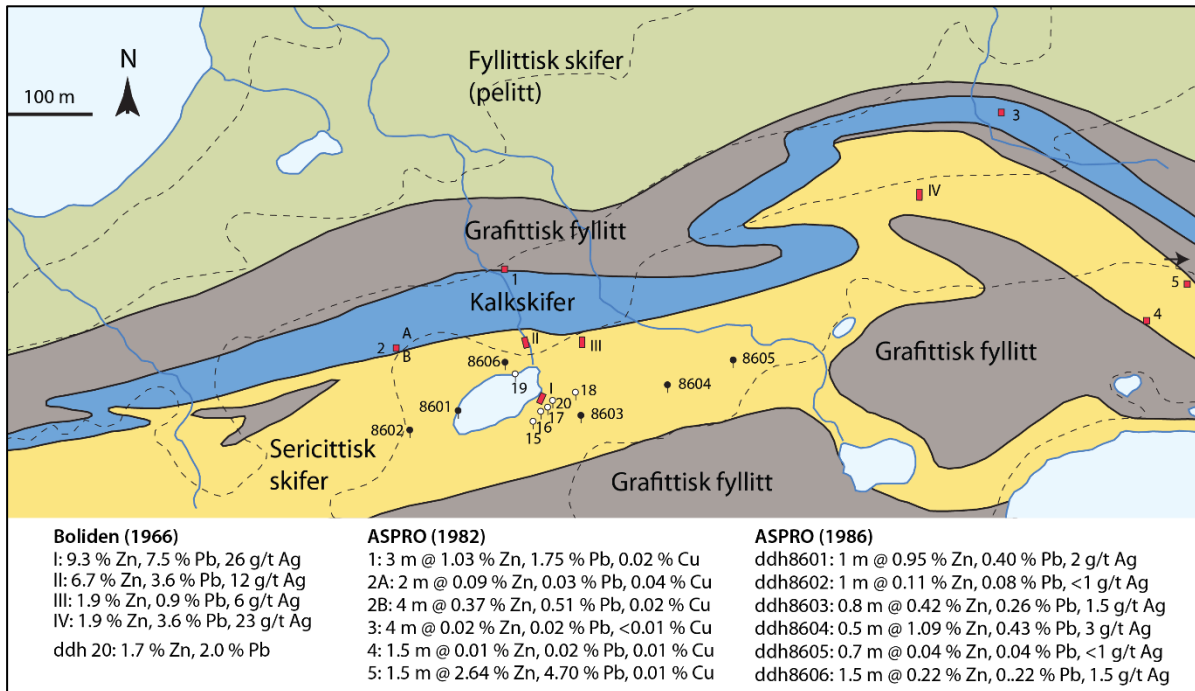
Sample #	Prospect #	Cu	Zn	Pb	Ag	Au	Ba	As	Bi	Te	Ga	Ge	In	Cd	Co	Ni	Mo	Sn	Se	Sb	Fe	Mn
108324	A	0.01	27.50	19.75	928.0	0.04	-10	1.7	1.2	292.0	14.8	0.2	0.3	990.0	0.9	0.8	4.5	9.3	52	1130	2.77	467
91091	A	2.23	29.30	4.75	100.0	0.59	-10	88.1	1.9	153.5	10.5	0.2	29.1	1133.0	1.3	3.3	5.4	101.5	53	263	6.47	738
NO0375.05	A	0.43	0.35	0.03	25.4	0.11		89.0						12.3	16.0	2.0	8.0			2	8.79	313
NO0375.06	A	0.45	6.48	0.10	29.5	0.10		50.0	11.0					216.6	6.0	1.0	14.0			5	4.64	186
<i>Boliden66-A</i>	<i>A</i>	<i>2.00</i>	<i>18.80</i>	<i>6.00</i>	<i>497.0</i>	<i>1.20</i>																
<i>Boliden66-B</i>	<i>B</i>	<i>1.00</i>	<i>5.00</i>	<i>0.30</i>	<i>74.0</i>	<i>0.70</i>																
91088	E	0.64	0.13	0.00	8.4	0.08	20	87.5	5.4	19.1	18.3	0.3	1.5	3.4	97.5	87.4	7.7	1.5	8	0.81	17.1	2600
91089	E	0.08	0.05	0.01	8.2	0.15	20	194.5	15.5	80.5	5.5	0.2	0.5	2.1	99.9	40.2	5.6	0.3	20	0.35	32.9	1330
NO0375.02	E	0.11	0.15	0.01	7.6	0.17		104.0	10.0					5.9	74.0	26.0	1.0			2	20.3	1029
<i>Boliden66-E</i>	<i>E</i>	<i>0.40</i>	<i>0.60</i>		<i>8.0</i>	<i>0.20</i>																
91087	F	0.93	0.08	0.00	54.8	0.30	110	39.5	0.4	7.3	11.8	0.1	4.6	3.9	7.2	0.2	4.9	3.7	6	0.55	7.14	445
NO0375.01	F	2.19	0.14	0.00	118.9	0.45		13.0						7.1	9.0	2.0	1.0			2	5.23	522
<i>Boliden-F</i>	<i>F</i>	<i>1.00</i>	<i>0.10</i>		<i>48.0</i>	<i>0.20</i>																
108323	I	0.02	1.60	0.23	61.0	0.42	80	156.0	1.5	24.0	11.9	0.2	3.5	57.5	1.0	0.6	3.5	16.3	18	10.25	9.81	220
NO0375.03	I	0.42	3.24	0.01	37.4	0.27		10.0						119.4	2.0	2.0	17.0			2	1.72	320
NO0375.04	I	0.05	8.23	0.44	57.4	0.25		149.0						343.2	6.0	4.0	3.0			45	8.91	284
NO0375.07	II	0.18	10.39	1.54	396.7	0.04		18.0						401.5	2.0	1.0	7.0			405	1.88	356
<i>Boliden66-C</i>	<i>II</i>	<i>2.00</i>	<i>7.80</i>		<i>94.0</i>	<i>0.70</i>																
<i>Boliden66-D</i>	<i>II</i>	<i>0.40</i>	<i>1.30</i>		<i>30.0</i>	<i>0.30</i>																

Cu, Zn, Pb, Fe i %, resten er ppm.

Data i rødt er fra Boliden i 1966, de andre NGU (dette prosjektet og malmdatabasen). Betegnelse på skjerp (prospects) er i henhold til Figur 32.

Som analysedata fra utgående bekrefter (Tabell 4) så er dette en svært sink-, bly og sølvrik forekomst og er også rik i tellur og antimon. Den minner således om forekomstene Raudvatnet og Svarthammaren, men har et lavere innhold av spesielt gull og dels kobber.

2.4.5 Sørtjønna



Figur 35: Geologi, røskegroper og borhull ved forekomsten Sørtjønna (for beliggenhet, se Figur 25). Geologien er basert på arbeid i dette prosjektet og av Boliden og ASPRO. Data fra prøver og borhull gjort av selskapene er vist under kartet. Merk at grøft nr.5 av ASPRO befinner seg 300 øst for kartkanten.

Forekomsten Sørtjønna ble funnet av Boliden AB i 1966 (som forøvrig kalte den Raudvatnet SV, ut fra beliggenhet). Røsking på fem lokaliteter over 450 m strøklengde påviste en til dels svært rik bly-sink-sølv mineralisering (1.9-9.3 % Zn, 0.9-7.5 % Pb, 6-26 g/t Ag), assosiert med en tynn enhet med sericittisk kvarts-feltspatskifer i kontakt med kalkfyllitt/-skifer og grafittisk fyllitt (Figur 35). Slingram bakkegeofysikk ble forsøkt, men viste seg vanskelig å tolke på grunn av grafitten. Det ble derfor boret 5 pack-sack hull for å finne ut mer om utstrekning av mineraliseringen (bh.15 til 20 i Figur 35). Beste skjæring var 2.14 m med 1.7 % Zn og 2.0 % Pb. På grunnlag av boringen og kartlegging konkluderte Boliden med at mineraliseringen, som dels er massiv, opptrer i flere tynne linser (opptil 20-30 cm) med begrenset utstrekning og foldet i forholdsvis flattliggende strukturer.

I 1982 forsøkte ASPRO AS VLF og SP på bakken for å finne den generelle aksen til malmsonen, men metodene gav uklare resultater. Det ble også forsøkt med jordprøver. Prøvetaking av kalkfyllitten under hovedmineraliseringen i kvarts-feltspatisk skifer viste at også denne er mineralisert, men svært ujevnt. Beste verdier var 1.03 % Zn, 1.75 % Pb, 0.02 % Cu over 3 m og 2.64 % Zn, 4.70 % Pb, 0.01 % Cu over 1.5 m i to grøfter (1 og 5 i Figur 35) med ca. 1 km avstand. Ytterligere geofysikk (slingram og magnetometri) ble gjort i 1986, etterfulgt av boring av 6 hull (totalt 175.4 m) på anomalier. Resultatene var nedslående: beste skjæring var 1 m med 0.95 % Zn og 0.40 % Pb. Konklusjonen til ASPRO ble i stor grad den samme som

Bolidens: Mineraliseringen er anrikt i foldelukninger og med svært begrenset utstrekning av de rike linsene.

Tabell 5: Analysedata fra prøver innsamlet i utgående av Sørtjønna forekomsten.

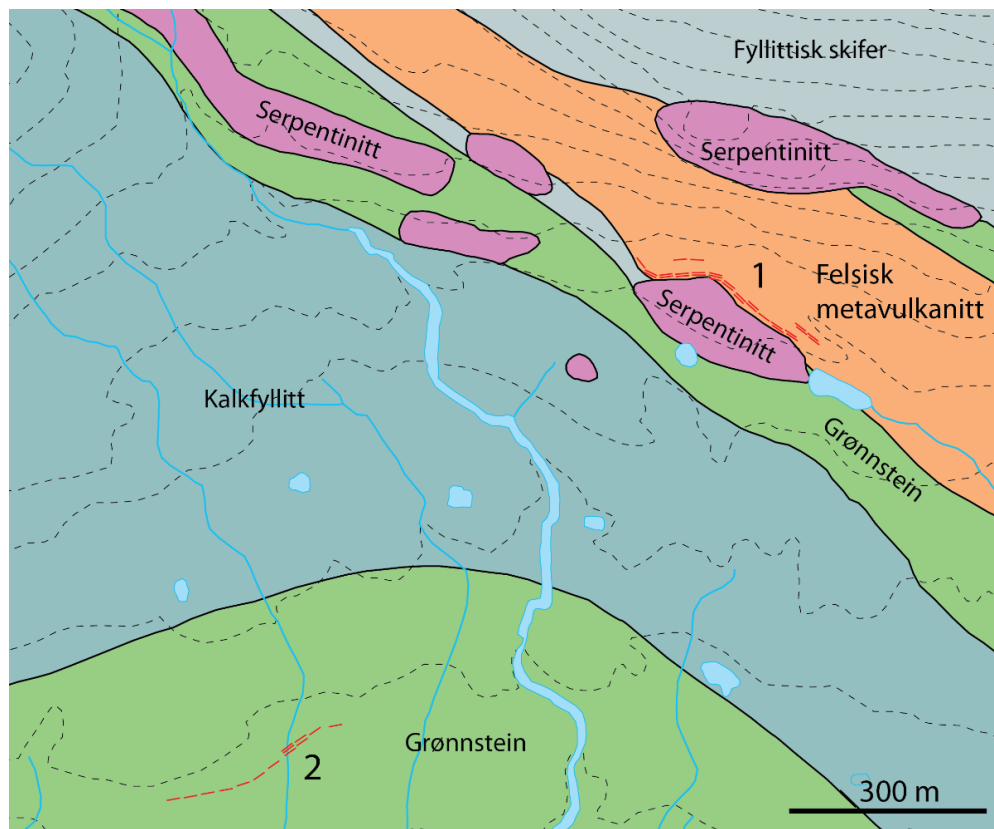
NGU #	Prospect	Cu	Zn	Pb	Ag	Au	Ba	As	Bi	Te	Ga	Ge	In	Cd	Co	Ni	Mo	Sn	Se	Sb	Fe	Mn
132397	main	0.35	5.44	4.42	15.3	0.706	28	2079	0.82	3.22	1.52	0.42	0.10	184	2	8	1.7	1	10	16	32.8	269
132398	main	0.32	12.46	4.63	17.5	0.316	12	1302	2.51	3.72	2.07	0.39	0.23	399	4	26	7.2	1	-1	16	29.6	677
132399	main	0.05	4.30	3.01	11.4	0.630	108	982	0.18	1.36	3.48	0.24	0.08	156	2	7	2.3	1	3	12	12.7	312
108322	main	0.08	6.32	6.63	19.6	0.586	30	1240	1.00	3.00	1.76	0.16	0.15	210	9	7	0.6	2	6	30	32.8	446
NO0353.01	main	0.21	8.61	1.23	15.8	0.44		695	2.00					267	13	5	1.0			19	20.0	366
NO0353.02	no.2	0.05	9.27	1.07	16.3	0.3		404	2.00					275	48	17	1.0			25	25.3	893
NO0353.03	no.2	0.02	11.12	1.15	24.8	0.31		589	2.00					347	20	9	2.0			44	16.7	707
132396	no.3	0.01	4.30	6.22	12.3	0.099	166	205	1.66	3.20	6.07	0.29	0.22	166	4	10	4.3	3	31	24	11.3	377

Cu, Zn, Pb, Fe i %, resten er ppm.

Undersøkelser gjort i dette prosjektet viser at mineraliseringen i hovedsak er tilknyttet en dels kalkholdig, sericittisk kvartsrik skifer. Mineraliseringen er strukturløs til båndet, bestående av mer grovkornet pyritt med finkornet pyrrhotitt, sinkblende og blyglans i kvarts-sericitt (muskovitt)-karbonat matriks. Kobberkis og arsenkis opptrer aksessorisk. Prøver innsamlet i prosjektet samt for NGUs malmdatabase bekrefter at det er en sink-bly mineralisering, lav i kobber, men med noe anriking av sølv (11-25 g/t Ag), gull (opptil 0.7 g/t Au) og arsen (opptil 0.2 % As), se Tabell 5.

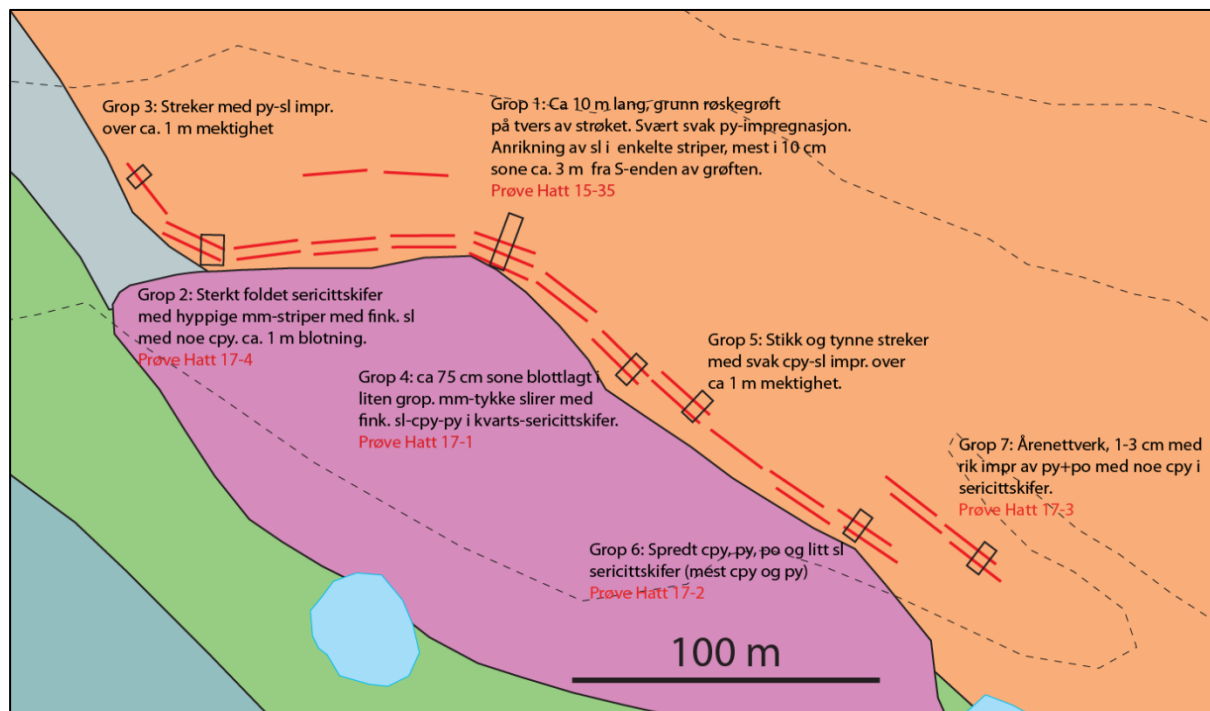
2.4.6 Mosvassdalen

I Mosvassdalen er det funnet to mindre mineraliseringer (nr. 1 og 2 i Figur 36). Begge har antakelig en begrenset utbredelse.



Figur 36: Detaljkart fra Mosvassdalen som viser mineraliseringene som er markert med røde streker og nummer 1. og 2.

Den nordligste mineraliseringen (nr.1) opptrer i felsisk metavulkanitt (keratofyr), like over kontakten til en serpentinit-kropp (Figur 36). Mineraliseringen ble funnet av Boliden på 60-tallet, og ble fulgt opp av ASPRO på 80-tallet med røsking og prøvetaking på en rekke lokaliteter langs strøket (Figur 37).



Figur 37: Detaljkart over den nordligste av mineraliseringene i Mosvassdalen med beskrivelser av de forskjellige røskene til ASPRO og mineraliseringene. Prøver tatt i dette prosjektet er avmerket (analyser i Tabell 6).

Mineraliseringen er særlig blottlagt i en 10 m lang, grunn røskegrøft og består av striper av til dels rik pyritt-impregnasjon, lokalt anriket i sinkblende i kvarts-sericittskifer. ASPRO prøvetok over hele grøftas lengde og over 4 m ble det funnet 0.49 % Zn, 0.32 % Cu, 0.06 % Pb, 23.3 g/t Ag og 0.2 g/t Au, hvorav 1 m med 1.19 % Zn, 0.17 % Cu, 0.14 % Pb, 47.2 g/t Ag og 0.9 g/t Au. En prøve i dette prosjektet (Hatt 15-35) viste 0.49 % Cu, 3.27 % Zn, 0.10 % Pb, 54 g/t Ag og 0.66 g/t Au, samt 29 g/t Te. Totalt kunne mineraliseringen følges over 500 m lengde langs strøket. Det ble sprengt ut prøver på ytterligere 6 lokaliteter langs strøket i sericittskiferen over 285 m lengde (Figur 37), hvorav en prøve i grop 2, 95 m mot vest, tatt av ASPRO viste 4.36 % Zn, 0.67 % Cu, 0.17 % Pb, 32.1 g/t Ag og < 0.1 g/t Au over 0.5 m mektighet. Dette var i en foldeombøyning. De andre prøvene viste 0.05-0.40 % Zn, 0.03-0.22 % Cu, 0.02-0.07 % Pb, 2.0-7.7 g/t Ag og <0.1-0.2 g/t Au. Det ble i dette prosjektet også tatt fire prøver i 2017, og analysedata er i stor grad i overensstemmelse med ASPROs (Tabell 6). Kvarts-sericittskiferen er en omvandlet felsisk metavulkanitt (kvarts-keratofyr) som kan følges mot nordøst til området sørøst for Brunreinvann. Dette er samme vertsbergart som for forekomstene ved Raudvatnet, Brunreinvann og Svarthammeren.

Den sørligste av mineraliseringene (2 på Figur 36) opptrer i grønnstein og er kobberrik med vesentlig pyrrhotitt og kobberkis i aggregater og årer. En grunn røsk finnes i østkanten av en av sidebekkene til Mosvasselva (Figur 38). Røsken er ca. 5 m lang, 3-4 m bred og inntil 0.5 m dyp. I skjerpert er en mineralisering bestående av slirer og årer av pyrrhotitt og kobberkis i

klorittisert grønnstein. Sonen som har en mektighet på minst 0.5 m ligger i øvre del av en mektig grønnsteinsenhet. Mineraliseringen ble oppdaget og undersøkt av Boliden i 1966 og ble videre kartlagt og målt geofysisk (SP-målinger) av ASPRO i 1985. Geofysikken viste at den kan følges diskontinuerlig over en avstand på ca. 1 km. Utskutte prøver av Boliden viste et innhold på 3.13 % Cu, 0.91 % Zn, 25 g/t Ag, mens en stor prøve fra ASPRO viste 6.2 % Cu, 0.16 % Zn, 6.5 g/t Ag. En prøve tatt i dette prosjektet (Hatt 15-34) viser 3.3 % Cu, 0.06 % Zn, 0.001 % Pb, 2.5 g/t Ag og <0.01 g/t Au (Tabell 6).



Figur 38: Bilde tatt mot øst som viser røsken i den sørligste mineraliseringen i Mosvassdalen.

Tabell 6: Analysedata for prøver fra Mosvassdalen.

NGU #	Felt #	Grop	Cu	Zn	Pb	Ag	Au	Ba	As	Bi	Te	Ga	Ge	In	Cd	Co	Ni	Mo	Sn	Se	Sb
130254	hatt-15-35	1	0.490	3.270	0.096	54.0	0.66	158	15	1.7	29.0	24.9	0.34	7.3	157	1.7	25.7	27.0	2.4	34	2.5
132143	Hatt 17-4	2	0.719	3.750	0.121	31.0	0.08	70	9	0.4	7.9	11.1	0.05	0.5	155	0.6	0.8	9.2	1.6	8	3.5
132140	Hatt 17-1	4	0.060	0.839	0.029	6.8	0.05	120	11	0.2	5.7	11.5	0.08	0.5	35	0.6	0.9	2.0	1.0	5	1.3
132141	Hatt 17-2	6	0.237	0.101	0.009	6.1	0.01	120	3	2.3	4.4	10.3	0.08	0.5	4	2.9	1.6	10.0	0.9	6	0.5
132142	Hatt 17-3	7	0.297	0.117	0.008	3.0	0.02	30	2	1.0	3.5	9.5	0.09	0.6	4	91.5	10.1	73.7	1.3	21	0.4
130253	hatt-15-34	S	3.278	0.064	0.001	2.5	0.04	11	5	4.1	4.8	12.5	0.67	1.8	4	234.5	76.3	7.5	2.5	135	-0.5

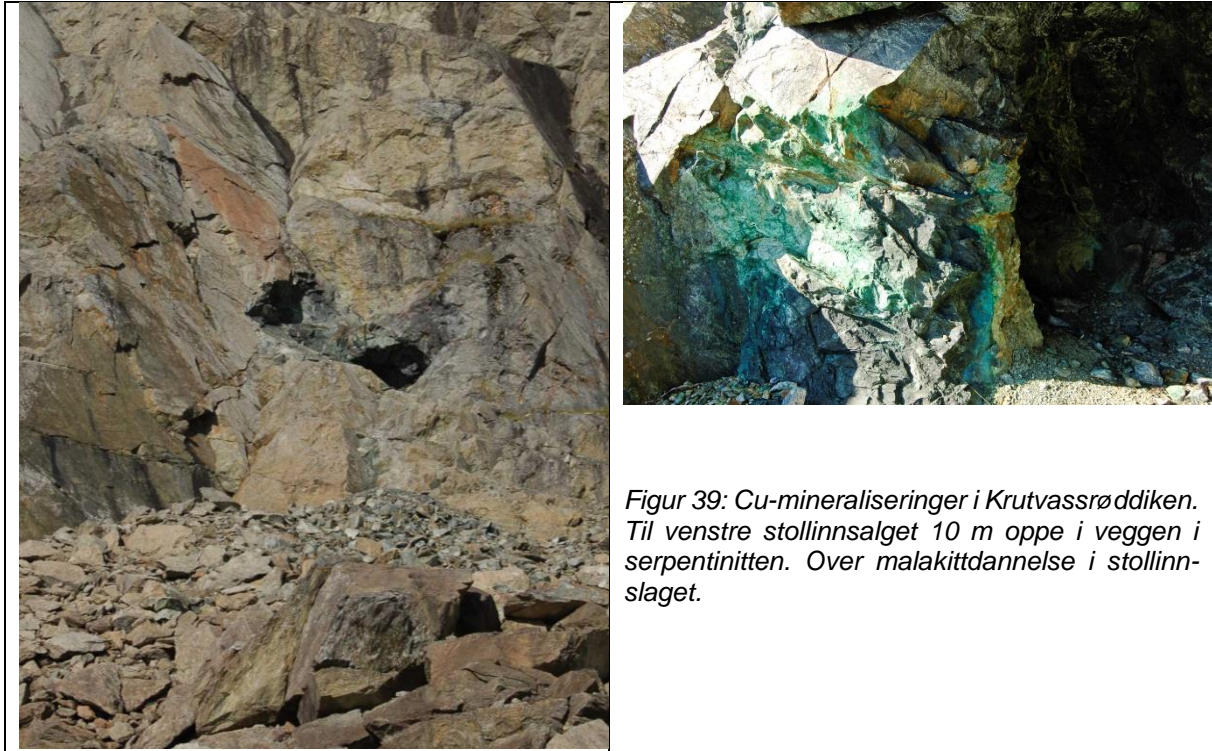
Cu, Zn, Pb i %, resten i ppm.

2.4.7 Cu forekomster i ultramafiske bergarter

Det er funnet kobbermineraliseringer i to av serpentinitene i det kartlagte området, i Hatten og Krutvassrøddiken (Figur 5). I Hatten er det to små mineraliseringer oppe på toppen av fjellet med ca. 50 m avstand i N-S retning. Det nordligste er en røsk ca. 4x3 m og inntil 2 m dyp mens i den sørlige er det kun gjort begrenset arbeid. Mineraliseringene består begge steder av uregelmessige linser og slirer av magnetitt med små inneslutninger og stikk av kobbermineraler, mest bornitt og kobberkis, men også covellin, azuritt, chalcocit (kobberglans) og sjelden gedigent kobber. Det er også små mengder pentlanditt. Sammen med magnetitt er det i den nordlige røsken også spredte korn av kromitt.

Det er drevet et lite stollinnslag ca. 10 m oppe i den bratte vegg på sørsiden av Krutvassrøddiken (Figur 39). Lengden på innslaget er ca. 5 m, hvorav 2 m er under tak. Det er

tynne stikk med kobbermineralisering i nettverk i serpentiniten fra steinura under stollen og videre ca. 10 m over stollen. Sonen er noen meter bred og er markert med ekstensiv malakittdannelse (Figur 39). En innsamlet prøve (Hatt 15-6) inneholdt 2.25 % Cu, 0.03 % Zn, 0.11 % Ni, 3 g/t Ag og 0.06 g/t Au. Ved foten av fjellet, 100 m mot SØ er det sprengt ut en liten grop ca. 2x2x2 m i kontakt mellom grønnstein og serpentinit. Bergarten er en klorittskifer med spredte streker av kobberkis og pyrrhotitt (magnetkis). Her viste en prøve (Hatt-10) 1.33 % Cu, 0.02 % Zn, 4 g/t Ag og 0.12 g/t Au.



Figur 39: Cu-mineraliseringer i Krutvassrøddiken. Til venstre stollinnsalget 10 m oppe i veggen i serpentiniten. Over malakittdannelse i stollinnslaget.

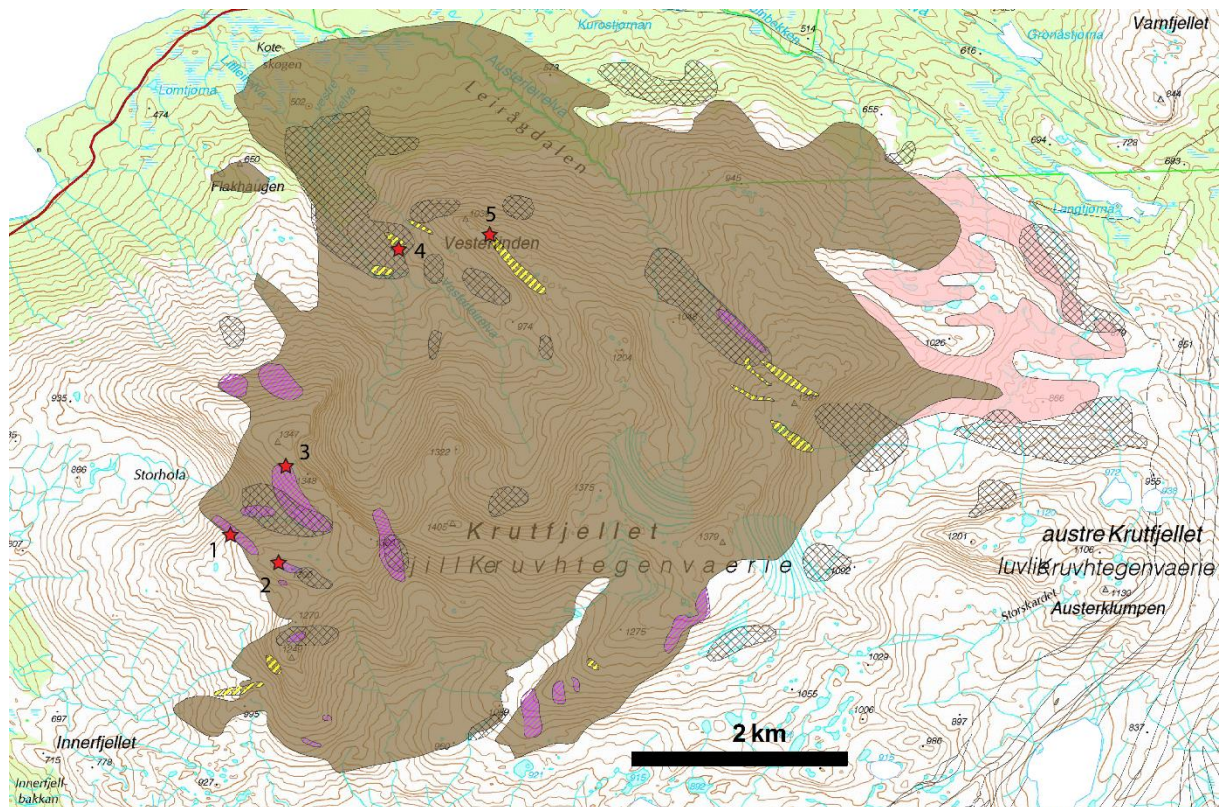
2.4.8 Krutfjellet

Det aller meste av fjellet Krutfjellet øst for Røssvatnet utgjøres av et stort intrusiv-kompleks (Figur 5), bestående av gabbro/metagabbro med mindre mengder dioritt til kvartsdioritt og granittiske bergarter (Mørk, 1979, 1985). Komplekset har en utstrekning på mer enn 50 km². Intrusjonen skjedde for 437 millioner år siden (Mørk, 1997) og varmepåvirkningen medførte kontaktmetamorfose i de omgivende metasedimentene. På en rekke lokaliteter kan en finne fragmenter (xenolitter) av sidebergartene i gabbroen som kan være delvis assimilerede. Delvis oppsmelting (anatekse) har ført til dannelse av smelte med kvarts-diorittisk sammensetning som har gjennomgått gabbroen (såkalt «back-veining») og dannelse av magmatiske breksjer, spesielt i den sørlige delen av komplekset (Mørk, 1997).

Den sentrale delen av intrusjonen har en godt bevart primær mineralogi i form av augitt-noritt til olivingabbro med magmatisk (ofittisk) tekstur (Mørk, 1985, 1997). Det meste av gabbroen, som er middelskornet, har imidlertid blitt omdannet til amfibolførende metagabbro, som i mindre deformerte områder stadig har bevart den magmatiske tekturen. Lokalt finnes finkornet gabbro (mikrogabbro), tolket til å være dannet ved differensiasjon seint i den magmatiske prosessen.

Nikkelførende sulfider ble oppdaget på Krutfjellet i 1970 og A/S Sydvaranger gjorde da en grov kartlegging og prøvetaking. Geofysikk i form av VLF ble gjort av A/S Sydvaranger i 1975, sammen med en mer detaljert kartlegging (Færden, 1976). Det ble også gjort noen eksperimenter med oppredning av sulfidene.

Både den fin- og middelskornede gabbroen kan lokalt være sulfidrik med opptil 15 volum% pyrrhotitt, noe kobberkis og sjelden pentlanditt. Det ser ut til at den finkornede gabbroen har et lavere innhold av kobber og nikkel enn den middelskornede og prøver innsamlet av A/S Sydvaranger viser verdier på opptil 0.2-0.3 % Ni og 0.1-0.3 % Cu (Færden, 1976).



Figur 40: Oversikt over Krutfjellet gabbrokompleks (brun). Lys rødt i øst er kvartsdioritt og granitt. Fiolette områder markerer nikkelførende soner funnet av A/S Sydvaranger (Færden, 1976), gul skravur er områder med jernsulfider og svart skravur markerer ledende soner fra EM. Stjerner med nummer viser lokaliteter prøvetatt av NGU i dette prosjektet og malmdatabasen (analyser i Tabell 7).

De fleste av de nikkelførende sonene er funnet i den sørlige og sørvestlige delen av gabbrokomplekset og i stor grad nær kontakten til de omgivende skifrene (Figur 40). I følge Færden (1976) er noen av de mest interessante sonene lokalisert langs den sørligste ryggen dekket av intrusjonen (mellom toppene 1029 og 1379 i Figur 40), hvor det er flere nikkelførende soner opp til 300-350 m x 10-20 m i areal, og hvor også sulfider intruderer de omgivende skifrene. Disse sonene har ikke vært prøvetatt for analyser, kun undersøkt med såkalt nikkeltest.

I dette prosjektet ble bare noen få av mineraliseringene undersøkt (markert med stjerner, Figur 40) og den begrensede prøvetakingen viste ingen høye nikkel eller kobberverdier, i samsvar med tidligere prøvetaking for malmdatabasen (Tabell 7). De høyeste verdiene var 0.1-0.2 % Ni og opptil 0.1 % Cu. En av prøvene innsamlet til malmdatabasen viste imidlertid over 12 g/t gull sammen med 0.18 % Ni.

Tabell 7: Analysedata fra prøver innsamlet på Krutfjellet (lokalitetene er vist i Figur 40).

NGU #	Felt #	Lok#	Ni	Cu	Co	Au	Pd	Pt	Ag	As	S	Fe
108326	Hatt-28	1	0.04	0.05	0.008	0.004	0.004	-0.005	0.95	2	0.64	7.04
NO0782.01		1	0.06	0.07	0.010	0.017	0.010	0.007	0.60	5	1.44	3.07
NO0782.02		1	0.09	0.03	0.009	0.003	0.012	0.008	0.20	5	1.04	3.53
NO0782.03		1	0.11	0.06	0.008	0.011	0.008	0.007	0.20	2	1.59	2.97
NO0782.04		1	0.18	0.11	0.020	12.493	0.018	0.009	0.60	8	3.13	6.02
NO0782.07		1 sør	0.07	0.07	0.011	0.011	0.009	0.005	0.50	12	1.52	4.32
NO0782.05		2	0.02	0.02	0.007	0.013	0.012	0.007	0.10	2	1.86	3.11
NO0782.06		2	0.02	0.01	0.004	0.010	0.007	0.005	0.10	2	2.68	4.11
108325	Hatt-27	3	0.10	0.10	0.013	0.013	0.004	-0.005	0.94	6	1.13	8.69
108338	Hatt-41	4	0.01	0.01	0.004	0.005	0.002	-0.005	0.26	38	2.58	7.84
108339	Hatt-42	5	0.03	0.02	0.011	0.002	0.001	-0.005	0.15	3	1.18	7.72

Ni, Cu, Co, Fe og S i %, resten er ppm.

2.4.9 Jofjellet

På Jofjellet øst for Famvatnet er det en mineralisering dominert av pyrrhotitt i et lag av grafittskifer (Figur 5). Sonen kan følges mer enn 1 km langs strøket i form av en langstrakt sone med jernhatt som fortsetter inn i Sverige. ASPRO utførte røsking og boring av korte hull på denne sonen, men fant kun mineralisering bestående av pyrrhotitt (magnetkis). Røskegrøfta er ca. 7 m lang og inntil 2 m dyp, men går ikke inn i uforvitret berggrunn. Prøver tatt til NGUs malmdatabase og i dette prosjektet viser svært lave verdier for metaller bortsett fra jern (Tabell 8).

Tabell 8: Analysedata fra prøver innsamlet på Jofjellet.

NGU #	Cu	Zn	Pb	Ag	Au	As	Bi	Cd	Co	Ni	Mo	S	Fe
108307	0.047	0.043	0.015	1.5	0.01	10	1	4	28	212	26	>10.0	17.9
NO0718.01	0.040	0.040	0.015	0.9	0.01	2	2	3	38	189	34	12.4	18.7
NO0718.02	0.043	0.059	0.016	1.3	0.02	2	2	4	45	237	50	17.0	19.9
NO0718.03	0.048	0.050	0.009	1.0	0.02	7	3	4	49	272	42	17.3	21.4
NO0718.04	0.016	0.023	0.012	0.5	0.01	5	2	2	17	100	18	7.0	7.8

Cu, Zn, Pb, Fe og S i %, resten er ppm.

Kartlegging i dette prosjektet viser at tilsvarende jernhatter og jernsulfidmineralisering i form av pyrrhotitt og/eller pyritt er ganske vanlig i de mest grafittrike skifrene i Hattfjellaldsområdet og at forekomsten på Jofjellet ikke skiller seg fra disse.

2.4.10 Tverrelva

I området øst for Famvatnet gjorde Boliden på 60-tallet en rekke undersøkelser etter å ha funnet mange rike malmblokker. Det ble gjort geofysikk og røskearbeider. Disse avdekket flere tynne soner med sulfidmineralisering, dels sinkrike i tilknytning til felsiske lag i grønnskifer. ASPRO fortsatte arbeidene på 80-tallet uten å finne noe av betydning. Området er svært overdekket og de eksisterende grøftene er nå overgrodd slik at det ikke var ikke mulig å finne

gode prøver eller gjøre gode observasjoner i dette prosjektet. En prøve innsamlet til NGUs malmdatabase viste en rik mineralisering bestående av 0.23 % Cu, 9.32 % Zn, 0.64 % Pb, 137 g/t Ag og 0.2 g/t Au.

2.4.11 Famvatnet

Denne sink-bly mineraliseringen finnes i et område som er svært overdekket av morene, ca. 1200 m NNV for nordvestenden av Famvatnet. Røsking ble utført før 1965 (Ramberg, 1965) og mer grundige undersøkelser som omfattet geofysiske bakkemålinger og kjerneboring, ble gjort av ASPRO/LKAB i perioden 1981-1984 (Dahl, 1985). Dahl (1982) gir en analyse av en malmprøve med 49.0 % Zn, 5.0 % Pb, 0.01 % Cu og 52.8 ppm Ag. Det ble boret fem hull med en total lengde på 185 m, og beste skjæring fra boringene gir 4.8 % Zn over en mektighet på 0.6 m (2.4 % Zn over 2.4 m) (Dahl, 1985).

Ramberg (1965) hevder at det skal være gravd ca. 19 hull over en lengde på ca. 400 m i øst-vestlig retning, men bare tre små, noe gjengrodde grøfter 5-10 meter fra hverandre ble gjenfunnet under vår kartlegging. En 10-30 cm mektig sone med båndet malm av sinkblende og blyglans i karbonatførende kvartsglimmerskifer er blottet i en av røskene. Dette er en svært rik mineralisering med opptil 60 % Zn, 4.5 % Pb og 70 g/t Ag i prøver (Tabell 9), men både mektighet og utstrekning er sannsynligvis begrenset. Den overlages av en tynn sone (0.5 m) med kvartsittisk skifer i en sekvens dominert av kalkspatmarmor.

Tabell 9: Analysedata fra prøver innsamlet i Famvatn-forekomsten.

NGU #	Felt #	Cu	Zn	Pb	Ag	Au	Ba	As	Bi	Te	Ga	Ge	In	Cd	Co	Ni	Mo	Sn	Se	Sb	S	Fe
132351	JS_H21	0.005	45.67	4.55	43.9	0.032	28	7.8	0.1	1.4	14.2	0.5	0.03	640	0.4	26	6	5.5	5	69	>10.00	3.04
132352	JS_H22	0.004	19.33	0.20	8.0	0.009	-10	21.2	0.1	1.5	6.2	0.6	0.14	292	0.6	34	7	0.2	-1	17	>10.00	1.78
132353	JS_H23	0.005	42.05	3.47	44.5	0.032	17	6.7	0.2	1.7	14.7	0.4	0.04	779	0.6	34	6	6.3	-1	77	>10.00	2.69
NO0762.03		0.004	59.56	1.47	69.1	0.062		50	2.0					959	1.0	3	1			89	26.32	1.8
NO0762.04		0.003	47.87	1.71	38.7	0.053		40	2.0					771	1.0	4	1			67	28.4	3.2
NO0762.05		0.003	40.95	1.97	31.9	0.054		56	2.0					659	1.0	5	1			51	25.98	3.5

Analysen av Cu, Zn, Pb, S og Fe er angitt i % og de øvrige metaller i ppm (g/t). Sinkinnholdet i prøvene i malmdatabasen (NO0762.03-05) er beregnet ut fra korrelasjon mellom sink og kadmium, da disse opprinnelig kun var oppgitt til > 10 % Zn.

2.4.12 Kilvassaksla

Forekomsten på Kilvassaksla nord for Famvatnet har vært kjent siden 1925 og er siden undersøkt av flere selskaper; A/S Sydvaranger på 1960-tallet, ASPRO/LKAB på 1980-tallet og sist av Scandinavian Resources omkring 2010. Geofysiske målinger og enkelte kjerneboringer er gjennomført. Den uregelmessige mineraliseringen kan følges i over 700 meters lengde og mektigheten varierer fra under 1 m i vest og opptil 15 m i øst. Den består av massiv og disseminert magnetkis med mindre mengder kobberkis i skarnbergarter (amfibol-pyrosksen-granat-epidot) langs kontakten mellom overliggende, sterkt foldet kalkstein og omvandlede gabbroide bergarter i ligg (Figur 41). Kobberinnholdet er lavt, opptil 0.5-0.6 % Cu, og det er spredte forhøyde gullverdier som har ført til selskapenes interesse.

De mest omfattende undersøkelsene av forekomsten ble gjort av ASPRO/LKAB i perioden 1984-86 (Dahl, 1987). Rekognoserende prøvetaking ble gjort i 1984, og viste forhøyde gullverdier (opptil 4.3 ppm Au). I 1985 ble det boret 6 hull med total lengde på 72.2 m gjennom den østligste delen av sonen og slisseprøver ble tatt av den vestligste delen. Sonen med

skarnbergarter og disseminert magnetkis er opptil 15 m og inneholder også tynne soner med massiv magnetkis. Den høyeste gullverdien i kjerneprøvene er imidlertid bare 1.7 ppm Au over 1.4 m. Høyeste kobberverdi er 0.38 % Cu over 1.1 m.

Scandinavian Resources gjennomførte undersøkelser omkring 2009-10. De samlet inn 20 bergartsprøver fra den kjente mineraliserte sonen i dagen og boret ett hull gjennom den. De høyeste analyseverdiene i bergartsprøvene er 0.7 ppm Au og 0.16 % Cu, og i borkjernen 0.56 % Cu over 0.9 m (0.01 ppm Au). I tillegg samlet selskapet inn omkring 120 prøver fra det samme stratigrafiske nivået videre østover mot svenskegrensen. De to høyeste gullverdiene er 6.95 ppm Au (0.07 % Cu) og 0.26 ppm Au (0.20 % Cu, 0.52 % As), og alle andre analyser viser mindre enn 0.1 ppm Au. Dette indikerer også at denne mineraliseringstypen kun opptrer sporadisk med enkelte forhøyde gullverdier.

Prøver innsamlet av NGU (til malmdatabasen og dette prosjektet, Tabell 10) viser opptil 0.51 % Cu og 0.9 ppm Au og ingen korrelasjon mellom forhøyde gull- og kobberverdier.



Figur 41: Kilvassaksla mineraliseringen med en 5-6 m mektig rustfarget sone av tilnærmet massiv magnetkis som overlages av sterkt isoklinalt foldet kalkspatmarmor. Noe omvandlet gabbroid bergart i ligg (UTM 33W 473192 7301186).

Tabell 10: Analysedata fra prøver innsamlet i Kilvassaksla-forekomsten.

Felt #	Forekomst	Cu	Zn	Pb	Ag	Au	As	Bi	Te	Ga	Ge	In	Co	Ni	Mo	Sn	Se	Sb	S	Fe
JS_H03	Kilvassaksla	0.0426	-0.0002	0.0007	0.2	0.002	8.0	11.6	0.6	10.8	0.8	0.97	217	140	0.2	45.7	12.0	1.1	10.0	27.9
JS_H05	Kilvassaksla	0.0130	0.0084	0.0007	0.1	-0.001	-0.2	0.1	-0.1	20.9	0.3	0.10	19	25.4	0.9	1.4	1.0	1.8	0.1	8.6
JS_H06	Kilvassaksla	0.5090	0.0026	0.0002	0.6	0.011	6.6	3.6	0.5	16.2	1.0	0.31	113	22.9	0.2	9.7	2.0	0.9	6.6	43.8
NO0791.01	Kilvassaksla	0.0010	0.0055	0.0011	0.1	0.001	3.0	2.0					5	9	1.0			2.0	0.4	0.8
NO0791.02	Kilvassaksla	0.0008	0.0012	0.0006	0.1	0.001	13.0	2.0					7	5	2.0			2.0	0.0	0.8
NO0791.03	Kilvassaksla	0.1389	0.0025	0.0004	0.5	0.351	2.0	2.0					92	27	1.0			2.0	8.3	11.0
NO0791.04	Kilvassaksla	0.1178	0.0089	0.0015	0.6	0.894	3.0	15.0					140	44	12.0			2.0	9.5	15.5
NO0791.05	Kilvassaksla pp	0.3625	0.0027	0.0009	0.5	0.028	2.0	3.0					256	208	1.0			2.0	15.6	26.0
NO0791.06	Kilvassaksla s.1	0.1252	0.0052	0.0008	0.1	0.019	3.0	9.0					242	144	1.0			2.0	11.2	21.6
NO0791.07	Kilvassaksla s.1	0.0348	0.0022	0.0008	0.1	0.007	5.0	12.0					226	131	3.0			2.0	11.0	18.6
NO0791.08	Kilvassaksla s.2	0.1778	0.0027	0.0005	0.1	0.017	9.0	4.0					187	49	3.0			2.0	9.5	20.9
NO0791.09	Kilvassaksla s.5	0.1506	0.0023	0.0002	0.3	0.005	6.0	7.0					250	126	1.0			2.0	11.5	22.2
NO0791.10	Kilvassaksla s.6	0.2102	0.0034	0.0007	0.5	0.408	2.0	27.0					499	116	10.0			5.0	25.8	45.0

Analysen av Cu, Zn, Pb, S og Fe er angitt i % og de øvrige metaller i ppm (g/t).

2.4.13 Sulfidrike blokker i løsmasser

I tillegg til forekomstene i fast fjell er det registrert en rekke sulfidrike blokker med høyt innhold av kobber, sink, bly og edelmetaller. De er tidligere påvist av Boliden, ASPRO/LKAB og Scandinavian Resources. De mest interessante blokkene finnes nordvest for Famvatnet (med 1 % Cu, 9 % Zn og 3.2 % Pb), på østsida av Røssvatnet fra Villmoen i sør til Hjartfjellneset i nord og på Lanaset på vestsida av Røssvatnet (opptil 5.4 % Cu, 10.8 % Zn, 2.6 % Pb, 2.5 ppm Au og 119 ppm Ag). Opprinnelsen til blokkene som er opptil 1 m³ store er ukjent, men enkelte ligner både mineralogisk og kjemisk på kjente svenske sulfidforekomster som for eksempel Tjåter som ligger 16 km øst for riksgrensen. De analyserte blokkene fra Lanaset, Sørria på østsida av Røssvatnet og fastfjellsprøver fra Tjåter har liknende totalt innhold av basemetaller (Cu+Zn+Pb), Fe, Ag, Ba, Ga, og In, og er anrikt på As, Bi og tildels Sb i forhold til de andre sulfidmineraliseringene innenfor det kartlagte området. De skiller seg også fra for eksempel mineraliseringene ved Raudvatnet og Brunreinvatnet med litt høyere innhold av kobber og bly.

Langs Sandørbekken, lengst sør i det kartlagte området, finnes en rekke blokker med massiv sulfidmineralisering som minst er 30 cm mektige. De består i hovedsak av pyritt i muskovittførende, kvartsittisk bergart.

2.4.14 Oksidforekomster

Forekomster av oksider er i stor grad knyttet til serpentinit-kroppene (kromitt og magnetitt), men også i form av jernformasjoner i forbindelse med sedimenter (diamiktitter og marmor).

Kromittforekomstene opptrer typisk som massive slirer, årer og linser i serpentinitene (Figur 42). De kan ha en lengde på noen meter (opptil 10 meter i årer) og mektighet fra cm i årer til 1-2 meter i korte linser. Selv om mineraliseringene som oftest er massive så er de alt for små til å ha noen økonomisk interesse.



Figur 42: Åre av massiv kromitt i serpentinit. Lokalitet: Krutvassrøddiken.

Båndede jernformasjoner opptrer sør for Hattfjelldal mot Susendal og nordvest for Famvatnet. En båndet kvarts-magnetitt jernformasjon som er opptil 15 m mektig finnes nordvest for Famvatnet. Den består av flere 30-40 cm brede soner med vekslende cm-tynne bånd dominert av magnetitt og kvarts. Mindre mengder karbonat, kloritt og muskovitt finnes i magnetittbåndene. Jernformasjonen er i kontakt med magnetittførende grønnstein og bergartene danner en flere km lang magnetisk anomali i de geofysiske målingene som er utført av Scandinavian Resources. Magnetitt opptrer disseminert i bånd i matriks av karbonat, kloritt og muskovitt mellom kvartsdominerte bånd.

Jernformasjonene sør for Hattfjelldal er beskrevet sammen med diamiktittene ovenfor (se avsnitt 2.3.8). Selv om de ifølge de magnetiske målingene (Rodionov o.a., 2014) har en total utstrekning på nesten 18 km og jerninnhold på 30-50 % Fe_2O_3 , er de for smale og uregelmessige til å ha økonomisk interesse i dag.

2.5 Mineralressurser – Industrimineraler

Områdets geologi tilsier at det kunne være ressurser av industrimineraler som kvarts, grafitt, karbonater og talk og natursteinsressurser som kleberstein, marmor og skifer/murestein.

2.5.1 Kvarts

Kvarts ble utvunnet fra Krystallhaugen som ligger mellom Vågvatnet og Røssvatnet (avmerket på Figur 5). Her ble det tatt ut noen få hundre kilo kvartskrystaller i en prøvedrift til kommunikasjonsformål (Figur 43). Krystallene ble dels eksportert til USA. Kvartsgangen er noen få hundre meter lang og inntil 3-4 meter tykk. Krystallene som opptrer i druserom var typisk 10-12 cm lange og 3-5 cm tykke og klare. Kvartsen utenom druserommene er vanlig melkekvarts. Det er et åpent spørsmål om kvartsen er ren nok som høy-verdi silikaråstoff, men forekomsten er uansett for liten til å være økonomisk interessant. En tilsvarende, men mye mindre kvartsforekomst finnes også i området mellom Krutvatnet og Brunreinvatn (Figur 5).



Figur 43: Inne i en av stollene etter driften på kvarts i forekomsten på Krystallhaugen. I taket av stollen er det grafittrik fyllitt.

2.5.2 Grafitt

Grafittholdige fyllitter er svært vanlig i det kartlagte området. Siden grafitt har en god ledningsevne, kommer disse bergartene godt fram på EM-dataene fra området (Figur 2). Det ble tatt prøver av de mest grafittrike fyllittene i området med tanke på både karbon-innhold og innhold av sporelementer som kan være anriket i disse bergartene (som kobolt, vanadium, molybden og sjeldne jordarter). Resultatene er negative: karboninnholdet er forholdsvis lavt (< 10 %) og grafitten er i tillegg alt for finkornet. Innholdet av sporelementer har også vist seg å være svært lavt.

2.5.3 Karbonater

Langstrakte horisonter med kalsittmarmor finnes i området fra svenskegrensen nord for Brakfjellet til Sæterstad og Varntresk ved Røssvatnet. Disse er imidlertid for tynne til å være økonomiske og ligger samtidig svært avsides. Vest for prosjektområdet, fra Røssvatnet og sørover er det mektige marmorhorisonter og spesielt dolomitmarmorene synes å ha en kvalitet som kan være interessant (Øvereng, 1978; Korneliussen o.a., 2008).

2.5.4 Talk og kleberstein

I prosjektet er det undersøkt om de store serpentinittkroppene kunne inneholde talk- og klebersteinsforekomster av betydning. Det er noe talkutvikling langs kontakten av en del av kroppene og også relatert til enkelte sprekkesoner, men ingen av disse er store nok til å være av interesse som talk- eller klebersteinsressurs.

2.6 Mineralressurser – Naturstein og pukk

Hattfjelldal ligger langt fra større befolkningsentra, hvilket gjør at eventuelle natursteinsforekomster må være unike og gi høye priser for å kunne utnyttas. Dette skyldes i all hovedsak høye transportkostnader. Av samme grunn vil pukk (knust stein) selv av toppkvalitet neppe være av interesse for eksport ut av kommunen.

Innenfor det kartlagte området er det ikke funnet forekomster av verken blokkstein eller skifer som kan regnes som utnyttbare. Det er sannsynlig at partier av glimmerskifrene vest for Krutfjellet og langs veien til Varntresk kan brukes til tørrmuring, men da kun til et lokalt marked.

I Susendal sør for prosjektområdet finnes det skiferforekomster av god kvalitet (Bjerkgård og Lund, 2009), men disse er nok heller ikke økonomiske på grunn av den lange transportveien.

Vest for Unkervatnet ble det gjort forsøk på å ta ut marmor som sannsynligvis er av samme type som den som har vært brutt i Fauske (Leivset-type). Marmoren har en bånding i rosa til hvite sjatteringer med grønne kloritt-glimmerbånd. I forsøksbruddene viste det seg at den var for porøs og sprakk for lett opp langs båndene med kloritt og glimmer. Sonen med marmor har imidlertid en svært stor utbredelse og mektighet, og er ellers lite undersøkt.



Figur 44: Diamiktitt brukt i brua over Unkerelva.

Diamiktitt har lokalt blitt benyttet som blokkstein i vakre steinbruer og forstøtningmur langs fylkesveien i Susendal (Figur 44). Selv om den er fin og geologisk svært interessant er det tvilsomt om den har potensial for videre produksjon.

Det har blitt produsert pukk av omdannet (kontaktmetamorf) diamiktitt i et steinbrudd ved Røssvatnet (Figur 19) og det er blitt tatt prøve av bergarten for å undersøke den materialtekniske kvaliteten. Mekanisk test utført ved NGUs lab viser at bergarten har middelsgod kvalitet som oppfyller kravene til vegdekker med gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) inntil 3000 kjøretøyer. Dette dekker kvalitetsmessig fullt ut behovet i Hattfjelldal kommune.

2.7 Mineralressurser – Vurdering av potensialet og forslag til oppfølging

Hattfjelldalsområdet har et klart potensial når det gjelder økonomiske forekomster av basemetaller (kobber, sink, bly) sammen med edelmetaller (gull og sølv) og andre spormetaller tilknyttet vulkanitter, og når det gjelder nikkel-kobber forekomster i forbindelse med gabbrokomplekset på Krutfjellet.

Forekomster i vulkanitter

De mest interessante forekomstene i vulkanske bergarter er Brunreinvatnet, Raudvatnet og Svarthammaren, alle i samme enhet av felsisk metavulkanitt sør for Krutvatnet.

Brunreinvatnet har svært høye verdier av spesielt sink, bly og sølv. Nye data i dette prosjektet viser i tillegg høye verdier av særlig tellur og antimon. Forekomsten er komplekst foldet og de få boringene som ble utført på 60- og 80-tallet har ikke avgrenset forekomsten.

Oppfølging: Her bør det gjøres en grundig strukturgeologisk analyse både på bakken og på de borkjernene som eksisterer på Løkken. Disse undersøkelsene kan gi et bedre grunnlag for hvor en bør sette nye borhull. På grunn av at mineraliseringen ikke er massiv og består av striper med særlig sink og dårlig strømler, så vil neppe ny geofysikk gi noen godt tolkbare indikasjoner.

Forekomstene Raudvatnet og Svarthammaren er begge rike i sink, bly sølv og gull. Nye data i dette prosjektet viser også høye verdier av tellur, molybden og dels indium. Det interessante er at Svarthammaren ligger i forlengelsen av malmaksen til Raudvatnforekomsten. Svarthammaren har ikke vært undersøkt med boringer i motsetning til Raudvatnet. Det er gjort noe bakkegeofysikk over disse forekomstene, men de er vanskelige å tolke, dels på grunn av overliggende svartskifre, men også fordi de er så sinkrike (sinkblende er en svært dårlig elektrisk leder). Det er derfor et potensial for en større og rik forekomst i dette området.

Oppfølging: Videre undersøkelser med boringer bør gjøres på Svarthammaren, der det ikke er så langt ned til malmsonen som på Raudvatnet der sonen forsvinner under fjellet Krutvassrøddiken. Et alternativ er i området rett på nordsiden av den sørligste serpentinittkroppen i Krutvassrøddiken, hvor det går inn en liten dal (Vasshovudbekken).

Sulfidforekomstene ved Øverelsvatnet er også forholdsvis dårlig undersøkt (mest røsking, noe bakkegeofysikk). Geofysikken (SP) utført av ASPRO gav noe utslag som bare delvis er fulgt opp. Sonen er svært langstrakt noe som i seg selv gjør den interessant.

Oppfølging: Å følge opp de geofysiske anomaliene med detaljkartlegging for å finne tegn på mineraliseringer. Detaljert jordprøvetaking bør vurderes og kanskje oppfølgende geofysikk (f.eks. transient EM).

Forekomstene i Famvatnområdet innbefatter Kilvassaksla, Famvatnet, Tverrelva og Jofjellet. Ingen av disse kan sies å ha noe stort potensial. Selskapet Scandinavian Resources fikk hele dette området fløyet med TEM og utførte boringer på en rekke anomalier uten positive resultater.

Forekomsten Tverrelva ligger i et svært overdekket område og de eksisterende røskene er nå totalt overgrodd. Her ble det funnet svært sink- og sølvrik mineralisering, men med en meget begrenset tykkelse (1-3 dm) av Boliden. Dette er det eneste området hvor oppfølging kanskje burde gjøres i form av retolkning av TEM dataene og ny røsking for å avdekke sonene på nytt.

Nikkel-kobber forekomster i Krutfjellet

Krutfjellet-gabbroen dekker et område på om lag 50 kvadratkilometer og er således en stor intrusjon. Interessant er det også at den har samme alder som Rånamassivet ved Ballangen som var Norges største nikkelprodusent og ble drevet på 90-tallet og fram til 2002. Nikkelholdige sulfider ble funnet på en rekke steder i Krutfjellkomplekset på 70-tallet, men kun et fåtall ble undersøkt med prøvetaking og analyser. Ny flygeofysikk gjort av NGU i 2014 har avdekket en del anomalier over gabbrokomplekset på Krutfjellet. Disse faller dels sammen med kjente nikkelholdige soner, men det er også avdekket nye anomalier utenfor disse sonene.

Oppfølging: Det anbefales å følge opp de geofysiske anomaliene og nikkelfunn fra 70-tallet med kartlegging og prøvetaking på Krutfjellet. Spesielt interessant er anomaliene nær

grenseområdene mot de omgivende gneisene og skifrene. Det er gjerne der hvor større nikkelformineraliseringer er lokalisert.

Industrimineraler og naturstein

Som det framgår av oversikten over, synes det ikke å være noe større potensial i det kartlagte området for forekomster av industrimineraler og naturstein. Utenfor prosjektområdet er det et relativt stort potensial for karbonatforekomster (kanskje spesielt dolomitt) i et langstrakt belte fra Røssvatnet og sørover mot Susendalen (Øvereng, 1978, Korneliussen o.a., 2008).

3. VIDERE ARBEID I PROSJEKTET

Det gjenstår fremdeles å få analyser fra de siste prøvene fra både bergarter og mineraliseringer innsamlet i 2017 (ventes i løpet av april 2018). På NGUs borkjernelager er det også kjerner fra flere av forekomstene sør for Krutvatnet (Brunreinvatnet, Raudvatnet, Sørtjønnna), men også fra Scandinavian Resources sitt arbeid ved Famvatnet. Disse vil bli undersøkt i løpet av våren.

De innsamlede bergartsprøvene blir analysert geokjemisk og studert under mikroskopet. Analysearbeidet er i stor grad gjort med unntak av de siste prøvene fra 2017, som nevnt over. Det gjenstår å tolke dataene som vil kunne fastslå hva bergartene opprinnelig har vært og hvilket tektonisk miljø de forskjellige bergartene og enhetene de tilhører ble dannet i. Denne tolkningen er også viktig for tolkningen og forståelsen av områdets geologiske historie og utvikling og potensial for mineralressurser.

Det er innsamlet mange strukturgeologiske observasjoner, både generelt og fra nøkkel-lokaliteter og tektoniske soner. Disse er viktig for å forstå utvikling og oppbygningen av den kaledonske fjellkjeden i området. Strukturene er også viktige for å forstå mineralforekomstene i 3 dimensjoner og grensene til enhetene med størst potensial. Både disse og geokjemi av bergartene er svært viktige for sammenligning (korrelasjon) med de omgivende delene av Kaledonidene.

Resultatene fra dette arbeidet vil bli samlet og publisert i en NGU rapport mot slutten av året som vil bli skrevet på engelsk for å nå ut til potensielle prospekteringselskaper. Det vil være et sammendrag på norsk. Det tas også sikte på å få publisert resultatene i vitenskapelige tidsskrifter.

4. REFERANSER

Andersson, M., Eggen, O.A., Jensen, H., Stampolidis, A., Bjerkgård, T. & Sandstad, J.S., 2015: Geochemistry of soil in relation to air-borne geophysical data and bedrock geology in Hattfjelldal, northern Norway. *Norwegian Journal of Geology* 95, 315-337.

Barkey, L.A., 1969: Samlerapport over Bolidens malmundersøkelser i Nordland i perioden 1963-1969. (BV 7265).

Barnes, C. G., Reid, K., Frost, C. D., Barnes, M. A., Allen, C. M. & Yoshinobu, A. S., 2011: Ordovician and Silurian magmatism in the Upper Nappe, Uppermost Allochthon, Helgeland Nappe Complex, North Central Norway. *Norwegian Journal of Geology*, 91, 121–136.

Bjerkgård, T. & Lund, B., 2009: Skifer og murestein i Susendalen, Hattfjelldal kommune, Nordland. NGU rapport 2009.003, 26 sider.

Bjerkgård, T., Larsen, R. & Marker, M., 1995: Regional Geology of the Okstindene Area, the Rödingsfjäll Nappe complex, Nordland, Norway. *Norges geologiske undersøkelse Rapport* 95.153, 87 sider.

Corfu, F., Andersen, T.B. & Gasser, D., 2014: The Scandinavian Caledonides: Main features, conceptual advances and critical questions, *Geological Society Special Publication*, pp. 9-43.

Corneliussen, O.A., 1891: Bidrag til kundskaben om Nordlands amts geologi. *Norges geologiske undersøkelse nr. 4*, 149-189.

Dahl, Ø., 1982: Geofysiske, geokjemiske og geologiske undersøkelser ved Favnavn NV og NØ. ASPRO rapport 1235 (BV 3454).

Dahl, Ø., 1985: Favnavn NV, Hattfjelldal, Nordland. Diamantboringer 1984. ASPRO rapport 1600. (BV 3414).

Dahl Ø., 1987: Kilvassaksla Cu+Au forekomst. Prøvetaking og diamantboring. ASPRO rapport 1737 (BV 3401).

Dahl, Ø., 1988: Sluttrapport for prosjekt "Nordland Øst" med vekt på malmprospektering i Hattfjelldal og Grane 1981-1986. ASPRO rapport 2005 (BV 3451).

Dallmann, W.K., 1986: Polyphase deformation in the Hattfjelldal Nappe, internal zone of the Scandinavian Caledonides, North-Central Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 66, 163-182.

Dallmann, W., 1987: Sedimentary environment and synsedimentary tectonics in the Hattfjelldal Nappe, North-Central Norway. *Norges geologiske undersøkelse, Bulletin* 410, 25-54.

Dallmann, W.K. & Stølen, L.K., 1994: Hattfjelldal berggrunnsgeologisk kart 1926 II, 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.

Dallmann, W. & Stølen, L.K., 1993: Hattfjelldal - berggrunnsgeologisk kart 1926 II - M 1:50 000 - BESKRIVELSE. *Norge geologiske undersøkelse Rapport* 93.044, 47s.

- Edland, E., 2001: Tektonometamorf utvikling av den sørøstlig del av Rødingsfjellet dekkekompleks. Masteroppgave, Universitetet i Oslo.
- Edland, E., Bjerkgård, T. & Larsen, R.B., 1998: De høymetamorfe bergartene øst for Røssvatnet: en feltrapport. Norges geologiske undersøkelse Rapport 98.137, 34s.
- Eggen, O.A. & Finne, T.E., 2014: Geochemical data from Hattfjelldal. NGU-rapport 2014.053, 77 sider.
- Holmsen, G., 1912: Oversigd over Hattfjelldalens geologi. Norges Geologiske Undersøkelse, nr. 61, 34 sider.
- Korneliussen, A., Gautneb, H. & Raaness, A., 2008: Karakterisering av karbonatforekomster i Nordland. NGU-rapport 2008.041, 93 sider.
- Melezhik, V.A., Ihlen, P.M., Kuznetsov, A.B., Gjelle, S., Solli, A., Gorokhov, I.M., Fallick, A.E., Sandstad, J.S. & Bjerkgård, T., 2015: Pre-Sturtian (800–730 Ma) depositional age of carbonates in sedimentary sequences hosting stratiform iron ores in the Uppermost Allochthon of the Norwegian Caledonides: A chemostratigraphic approach. *Precambrian Research* 261, 272-299.
- Mørk, M. B. E., 1979: Metamorf utvikling og gabbro-intrusjon på Krutfjell, Nordland. cand. real. avhandling, Universitetet i Oslo, 307 sider.
- Oxaal, K., 1911: Fra indre Helgeland. Fjeldbygningen og bergartene samt bemerkninger om bergverksdriften. Norges geologiske undersøkelse nr. 59, 68 sider.
- Ramberg, I.B., 1981: The Brakfjellet tectonic lens: evidence of pinch-and-swell in the Caledonides of Nordland, north central Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 61, 87-91.
- Roberts, D., Nordgulen, Ø. & Melezhik, V., 2007: The Uppermost Allochthon in the Scandinavian Caledonides: From a Laurentian ancestry through Taconian orogeny to Scandian crustal growth on Baltica. In: Hatcher, R. D., Jr., Carlson, M. P., McBride, J. H. & Martínez Catalán, J. R. (eds), *4-D Framework of Continental Crust*. Geological Society of America Memoirs, Boulder, 200, 357–377.
- Rodionov, A., Ofstad, F., Stampolidis, A & Tassis, G., 2014: Helicopter-borne magnetic, electromagnetic and radiometric geophysical survey in Hattfjelldal, Nordland County. NGU rapport 2014.029, 29 sider.
- Rygghaug, P., 1976: Undersøkelse av en kvartskrystall-forekomst i Krutådalen, Hattfjelldal kommune, Nordland, 31.juli 1974. NGU-rapport 1243/7C, 13 sider.
- Svennungsen, R.O., 2016: Structure, setting and petrography of the Raudvatnet sulphide deposit, Hattfjelldal, Northern Norway. Master oppgave, Universitetet i Oslo 2016, 139 sider.

Stephens, M.B., Gustavson, M., Ramberg, I.B. & Zachrisson, E., 1985: The Caledonides of central-north Scandinavia - a tectonostratigraphic overview. In: Gee, D.G. & Sturt, B.A. (eds), The Caledonide Orogen - Scandinavia and Related Areas, 135-162.

Stølen, L.K., 1985: Et geologisk stadium av solitære ultramafiske bergarter og omkringliggende metasedimenter og metavulkanitter tilhørende Køldekkene i Krutådalsområdet, Hattfjelldal, Nordland. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo, 1985, 148 + 135 sider (tekst og figurer).

Øvereng, O., 1978: Kalkstein/dolomitt i Hattfjelldal-Susendalområdet, Nordland. NGU-rapport 1556/4C, 15 sider.

Rapporter fra gruve- og prospekteringselskaper

Andersen, M.C., 1982: Geologisk kartlæging og objektrettet geofysikk i Hattfjelldal commune, Nordland øst, 1982. ASPRO rapport 1355 (BV 3427).

Andersen, M.C., 1983: Forslag til dia.-boring på objektene Rauvand N og Brunreinvand NW, Hattfjelldal, Nordland Øst, 1983. ASPRO rapport 1400 (BV 3432).

Andersen, M.C., 1984: CP-målinger og dia.-boring ved Rauvand N og Brunreinvand NW, Zn-Cu-(Ag,Au)-forekomster i Hattfjelldal, Nordland Øst, 1983. ASPRO rapport 1481 (BV 3431).

Barkey, L.A., 1969: Samlerapport over Bolidens malmundersøkelser i Nordland i perioden 1963-1969. (BV 7265).

Dahl, Ø., 1982: Geofysiske, geokjemiske og geologiske undersøkelser ved Favnavn NV og NØ. ASPRO rapport 1235 (BV 3454).

Dahl, Ø., 1982: Regionale, geofysiske og geokjemiske undersøkelser i Hattfjelldal, Nordland, og planlagte arbeider i mutingsområder i SØ Helgeland. ASPRO rapport 1298 (BV 3455).

Dahl, Ø., 1983: Geokjemiske undersøkelser Nordland Øst 1982 med hovedvekt på regional geokjemi i Hattfjelldal/Grane. ASPRO rapport 1412 (BV 3428).

Dahl, Ø., 1985: Favnavn NV, Hattfjelldal, Nordland. Diamantboringer 1984. ASPRO rapport 1600. (BV 3414).

Dahl, Ø., 1985: Geologiske og geofysiske undersøkelser på Svarthammeren Zn+Pb (+Cu+Ag+Au) - skjerp. Hattfjelldal, Nordland øst. ASPRO rapport 1627 (BV 3420).

Dahl, Ø., 1987: Kilvassaksla Cu+Au forekomst. Prøvetaking og diamantboring. ASPRO rapport 1737 (BV 3401).

Dahl, Ø., 1987: Samarbeidsprosjektet "Nordland Øst", Indre Helgeland. Utførte arbeider innen prosjektet 1981-1986. ASPRO rapport 1738 (BV 3435).

Dahl, Ø., 1987: Geologiske potensialmålinger (CP) i dagen og i borhull på Brunreinvand Zn+Cu (+Pb+Ag)-mineralisering. ASPRO rapport 1740 (BV 3434).

Dahl, Ø., 1988: Rauvand SW, Hattfjelldal. Geofysiske undersøkelser og diamantboring 1986. ASPRO rapport 1795 (BV 3452).

Dahl, Ø., 1988: Sluttrapport for prosjekt "Nordland Øst" med vekt på malmprospektering i Hattfjelldal og Grane 1981-1986. ASPRO rapport 2005 (BV 3451).

Dahl, Ø. & Logn, Ø., 1985: Diamantboringer og geofysiske borhullsmålinger i 1984. Rauvand N, Hattfjelldal, Nordland. ASPRO rapport 1585 (BV 3417).

Færden, J., 1976: Undersøkelser på Krutfjell, Hattfjelldal, Nordland 1974-75. ASPRO rapport (BV 3402).

Hultin, I., 1981: Regionale og objektrettede arbeider øst for Røssvatnet, Nordland. ASPRO rapport 1096 (BV3450).

Kjærnet, T. & Dahl, Ø., 1986: Geologiske og geofysiske undersøkelser i Måsvasselvområdets mineraliseringer. (1 og 2: Cu, Zn (+Ag) 3: Zn, Pb, Au (+Ag)), Hattfjelldal. ASPRO rapport 1683 (BV 4369).

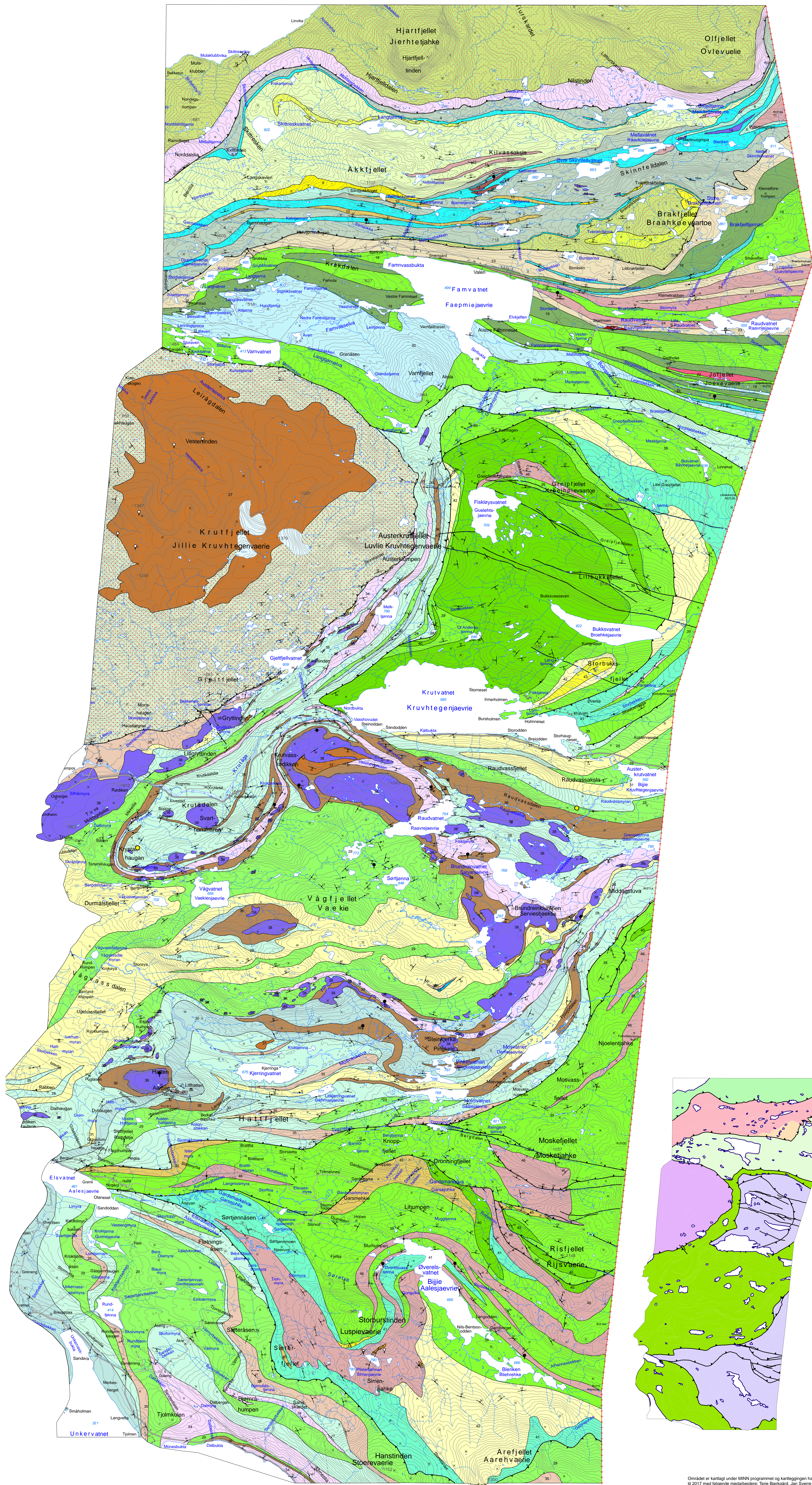
Berggrunnskart Bedrock map HATTFJELLDAL

Målestokk/scale 1:50 000



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
- NGU -
2018

Geologiske kart og data på internett: www.ngu.no



Rödingsfjelddekkekomplekset

- 1 Granat-glimmerskifer
- 2 Granittisk gneis

Øvre Køli dekkekomplekset

- ### Akfjelldekket
- 3 Fyllittisk skifer
 - 4 Glimmerskifer
 - 5 Marmor, hovedsaklig kalkspatmarmor
 - 6 Skifer, kalkspatrik
 - 7 Kvartsitt
 - 8 Kalksilikatbergart
 - 9 Konglomerat, diamittitt
 - 10 Grønnskifer
 - 11 Grønnstein
 - 12 Kvartsdiortitt
 - 13 Gabbro
 - 14 Ultramaffitt
- ### Brakfjell-linsen
- 15 Konglomerat
 - 16 Kvartsitt
 - 17 Glimmerskifer

Famnvassdekket

- 18 Skifer, fyllittisk
- 19 Skifer, karbonholdig
- 20 Skifer, kalkspatholdig
- 21 Kalkstein
- 22 Metavulkanitt, felsisk
- 23 Grønnskifer
- 24 Grønnstein
- 25 Gabbro

Midtre Køli dekkekomplekset

- ### Krutfjelldekket
- 26 Glimmerskifer
 - 27 Gabbro
- ### Atofjelldekket
- 28 Skifer, fyllittisk
 - 29 Skifer, karbonholdig
 - 30 Skifer, kalkspatholdig
 - 31 Skifer, psammittisk og gimmerholdig
 - 32 Kvartsitt
 - 33 Kalkstein
 - 34 Metavulkanitt, felsisk
 - 35 Grønnskifer
 - 36 Grønnstein
 - 37 Gabbro
 - 38 Ultramaffitt

Undre Køli dekkekomplekset

- ### Joessjødekket
- 39 Skifer, fyllittisk (peilit)
 - 40 Skifer, karbonholdig
 - 41 Skifer, kalkspatholdig
 - 42 Skifer, psammittisk og gimmerholdig
 - 43 Kvartsitt
 - 44 Metavulkanitt, felsisk
 - 45 Grønnskifer
 - 46 Grønnstein
 - 47 Gabbro

Linjesymbol

- Bergartsgrense
- Skyvegrense
- Forkastning, sprekk
- Riksgrense

Struktursymbol

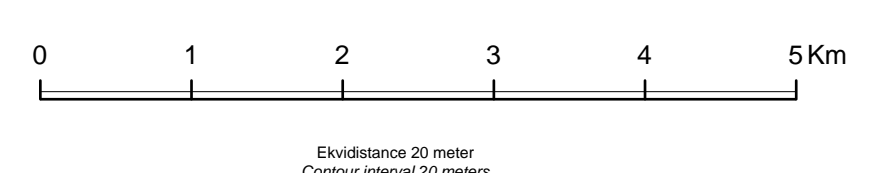
- Foliasjon, skiffrighet; fallretning angitt, 20° mot NØ, vannrett, loddrett
- Foldesakse, med stupning angitt, 20° mot NØ
- Linesjon, med stupning angitt, 20° mot NØ

Forekomster av malm og industrimineral

- Kvarts
- Kromitt
- Sulfider, skjerp
- Sulfidmineralisering

Tektonisk hovedinndeling

- Helgelanddekkekomplekset
- Akfjelldekket
- Brakfjell-linsen
- Krutfjelldekket
- Famnvassdekket
- Atofjelldekket
- Joessjødekket



Området er kartlagt under MINN programmet og kartleggingen har pågått i årene 2014 til 2017 med følgende medarbeidere: Torje Bækfjord, Jan Sveine Sandstad, Kåre Salte, Ben Snook, Tine Larsen Angvik, Jacob Keiding, Robin Orm Svendsen og Ole Lutro.

Referanse til kartet: Bjerkedal, T., Lutro, O., Sandstad, J. S., Saalman, K., Snook, B., Angvik, T.L. og Keiding, J., 2018. Berggrunnskart Hattfjelldal, M 1:50 000 Norges geologiske undersøkelse



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