




GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·



Rapport nr.: 2020.023	ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)	Gradering: Åpen	
Tittel: Mineralressurser i området Kongsberg-Modum-Ringerike, Buskerud			
Forfattere: Terje Bjerkgård, Sven Dahlgren, Agnes Raaness, Jan Sverre Sandstad, Tom Haldal		Oppdragsgiver: Viken fylkeskommune v/Regiongeologen for Vestfold og Telemark og NGU	
Fylke: Viken		Kommune: Kongsberg, Flesberg, Øvre Eiker, Modum, Sigdal, Ringerike	
Kartblad (M=1:100 000; 1:250 000) Kongsberg litotektoniske enhet, Kongsberg-Modum- Hønefoss; Skien, Hamar		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 65 sider Pris: 385,- Kartbilag: Industri- og malmforekomster	
Feltarbeid utført: 2013-2016	Rapportdato: Juni 2020	Prosjektnr.: 333200	Ansvarlig: 
Sammendrag: <p>Rapporten omhandler mineralressurser i området fra Kongsberg og nedre del av Flesberg i vest til Modum og Ringerike i øst. Dette området er nylig kartlagt og utgitt som berggrunnsgeologisk kart i 1:100 000. I forbindelse med berggrunns-kartleggingen ble også mineralforekomstene i området undersøkt og ressursene når det gjelder både metaller og industrimineraler vurdert for økonomisk potensial.</p> <p>Når det gjelder metalliske ressurser er det potensial for særlig kobolt, kobber, nikkel, sink og selen, men kanskje også for tinn og wolfram.</p> <p>Kobber og sink: Det er en Ikke-klassifisert ressurs på 0.581 mill.t Cu-Zn-Se malm i Kisgruva med potensial for minst 2-3 mill.t (ikke avgrenset forekomst). Kobber er del av ressursen i Ertelia nikkelforekomst. Undersøkelsene av koboltforekomstene på Modum viser at det er en anrikning av kobber i skifrene tilknyttet koboltmineraliseringene, spesielt på Skuterud. Boringer viste opptil 1.3 % Cu over mer enn 8 m. Utstrekningen av denne mineraliseringen er ikke kjent.</p> <p>Kobolt: Det er et potensial for koboltressurser på Modum. Boringer av selskap nord for Skuterud har avdekket tynne soner med opptil 0.1-0.15 % Co. Fortsettelsen på dypet av mineraliseringene i Skuterud er ikke kjent. Mineraliseringer i Svartfjell og videre mot nordover er ikke tilstrekkelig undersøkt, det samme gjelder sonen på Snarum. Kobolt vil være et viktig biprodukt ved eventuell drift på nikkelforekomster på Ringerike.</p> <p>Nikkel: Det er en NI 43-101 antatt ressurs på 2.7 Mt Ni-Cu-(Co) malm i Ertelia nikkelforekomst. Det er også en interessant mineralisering og anomali på dypet under de gamle driftene i Langedalsgruvene. I det mafisk-ultramafiske Heiernmassivet er det flere mindre mineraliseringer som ikke er fulgt opp. Det er også indikasjoner i nærheten av Hjellevgruve/skjerp.</p> <p>For industrimineraler er det et potensial for særlig flusspat, og i mindre grad for grafitt, apatitt og magnesitt.</p> <p>Flusspat: <i>Tertiary Minerals plc</i> har beregnet ressursene ved Lassedalen til å være på over 4 millioner tonn, hvorav 1,2 tonn har en gehalt på 29% flusspat. Beregninger gjort i henhold til JORC har påvist 4 millioner tonn 24.6 % fluoritt (CaF₂). I henhold til NGUs klassifisering av mineralske ressurser er dette en forekomst av internasjonal betydning.</p> <p>Grafitt: Det finnes grafittrike soner ved Nordgruvene på Skuterud, og fra Svartfjell og nordover, men utbredelsen til disse sonene er ikke undersøkt og innhold av grafitt er heller ikke vurdert.</p> <p>Apatitt: Ved Spissholt opptrer apatitt i en middelskornet metagabbro sammen kraftig disseminerte jernoksider, hovedsakelig ilmenitt og magnetitt. Prøver viser opp til 10% apatitt. Utstrekningen av sonen er ikke endelig fastslått. Det er indikasjoner på tilsvarende gabbro-bergarter med apatitt på Vinoren som ikke er undersøkt.</p> <p>Magnesitt: Det er magnesitt igjen i forekomstene i Snarum, men antakelig for små ressurser til ny drift.</p>			
Emneord:	mineralressurser	metaller	
industrimineraler	kobber	kobolt	
nikkel	flusspat	apatitt	

INNHOOLD

Forekomster av metaller i området Kongsberg-Modum-Ringerike	5
Oversikt og historie	5
Sølv – Ag	6
Arsen – As	8
Gull – Au	9
Kobber – Cu	9
VMS-forekomstene	10
Kobberrike gangforekomster	22
Kobber i kalkspat-kvarts breksjeganger øst for Kongsberg	25
Kobber assosiert med koboltforekomstene i Modum	25
Potensialet for kobber i området	25
Kobolt – Co	26
Jern – Fe	30
Jern-titan-apatitt – Fe-Ti-P	31
Molybden - Mo	31
Nikkel – Ni	32
Historikk	32
Nikkelforekomstene på Ringerike	33
Nikkelforekomstene i Sigdal	41
Potensial for nikkel tilknyttet gabbro på Knuten og Vinoren	43
Nikkelpotensialet i regionen	44
Bly, sink – Pb, Zn	45
Grøsligruva	45
Bly og sink i hydrotermalganger	45
Selen – Se	47
Wolfram – W	47
Oppsummering av ressurser og potensial for metalliske ressurser	48
Industrimineraler i Kongsberg-Modum-Ringerike	50
Oversikt og historie	50
Feltspat og muskovitt i pegmatitt	50
Kvarts og kvartsitt	50
Grafitt	50
Magnesitt	51
Dypingdal gruver	52
Langerudgruvene	53
Øvre Langerud	54

Nedre Langerud.....	54
Kalkstein.....	54
Barytt.....	55
Granat	55
Apatitt.....	57
Flusspat.....	57
Lassedalen	58
Andre flusspatforekomster	59
Oppsummering av ressurser og potensial for industrimineraler	59
Databaser og informasjon.....	60
Referanser	61

Forekomster av metaller i området Kongsberg-Modum-Ringerike

Oversikt og historie

Geografisk omhandler denne delen av rapporten området fra Kongsberg og nedre del av Flesberg i vest til Ringerike i øst, det vil si samme området som er kartlagt i berggrunnsprosjektet (Viola m.fl., 2016). Oversikt over forekomstene av metaller finnes i vedlegg 1.

I området har det vært drift på en rekke metaller:

- Kobber - Særlig vest og nord for Kongsberg og Øvre Eiker
- Sølv - I fjellene vest for Kongsberg og i søndre del av Flesberg
- Bly og sink - Øst og sørøst for Kongsberg og i Øvre Eiker, samt Flesberg
- Kobolt - I nordre del av Modum (Skuterud og Snarum)
- Nikkel - På Ringerike og nær Prestfoss i Sigdal.
- Jern - Ved Skotselv og i mindre omfang ved bl.a. Krekling og Hokksund.

Første små-skala utvinning av kobber er kjent fra Kongsberg-området allerede før 1490. Dette er kjent som *Kronens Kobberberg* i Sandsvær, og det var da drift i *Verlohrne Sohn* og *Gott Vermags gruver* på Meheia (Berg m.fl. 2016). Seinere var det drift i disse gruvene på 1500-tallet av tyske bergmenn og i den første driftsperioden ved Kongsberg Sølvverk som varte fram til begynnelsen av 1800-tallet. Den viktigste kobbergruva ved Kongsberg var likevel Kisgruva sør for Saggrenda som var i drift i flere perioder under Kongsberg Sølvverk mellom 1650 og 1902. I denne gruva ble det anslagsvis produsert 50 000 tonn kobbermalm.

Sølvforekomstene ved Kongsberg ble funnet i 1623. I 1624 besøkte Christian IV gruva og bestemte samtidig anleggelse av byen nær fossen i Numedalslågen. Det var drift i gruvene ved Kongsberg og lenger nord, særlig på Vinoren i Flesberg, fram til 1957. Sølvverket ble nedlagt og avvirket i 1958. På det meste var det 4200 mann som jobbet i gruvene. I tillegg var bøndene innenfor den såkalte circumferensen på 40 km rundt smelteverket pålagt å levere store mengder tømmer til blant annet fyrsetting og smelting av malmen. En viktig ringvirkning av aktiviteten på Kongsberg var opprettelsen av Bergseminaret på Kongsberg, som var den første skolen for høyere utdanning i Norge. Dette gav nødvendig utdanning for gruveingeniører i landet. Bergseminaret ble nedlagt i 1814 og utdanningen ble da etter hvert flyttet til det nyåpnede Fredriks universitet i Oslo (Berg m.fl. 2016).

I flere av sølvgruvene vest for Kongsberg ble det på 1600-tallet funnet sølv med et betydelig innhold av gull, såkalt gyldisk sølv (nå kjent som elektrum). Spesielt interessant var et funn i gruva *Beständige Liebe* i 1697. Det førte til store investeringer, men gullet forsvant fort på dypet og pengene var tapt. Kun noen få gullmynter ble produsert.

Kobolt ble funnet på Skuterud i 1772 og førte til anleggelse av *Blaafarveværket* nede ved Haugfossen like nord for Modum, der det ble produsert pigmentet koboltblått fram til 1898. Da verket var på høyden av sin drift i 1820-1830-årene, var det Norges største industribedrift og produserte da 80 % av alt koboltblått i verden.

Nikkel ble funnet ved Ertelia (Åsterud) i 1837. Før dette var det liten skala kobberdrift på forekomstene i perioden 1688-1716, samt et vitriolverk i perioden 1789-1850. Nikkel-

produksjonen startet opp i 1849 og varte i første omgang til 1880-årene. I 1876 var det toppproduksjon; da ble det produsert 100 tonn nikkel fra 10 000 tonn malm, noe som utgjorde 1/7-del av verdensproduksjonen av nikkel. Det var samtidig landets mest lønnsomme verk. Prøvedrift og videre undersøkelser i perioden 1905-1909 viste at det stadig var mye malm i Ertelia og ny drift ble startet i 1912, men varte bare til 1919, da nikkelverket endelig ble nedlagt. Det ble også funnet nikkel i Sigdal nær Prestfoss ca. 1870 og et lite smelteverk ved Prestfoss var i drift mellom 1874 og 1877 (Poulsen, 1942).

Hasselgruvene ved Skotselv ble drevet på jern i mer enn 200 år fra 1649 og det ble utvunnet 507 000 tonn malm med ca. 40 % Fe. Jernverket var blant Norges eldste og i tillegg til malm fra Hasselgruvene fikk det også malm fra gruver ved Arendal. Verket hadde en rekke eiere, blant andre Jakob Neumann og hans sønn Frantz (1746-1809) og Blaafarveværket på Modum (1837-1854).

Sølv – Ag

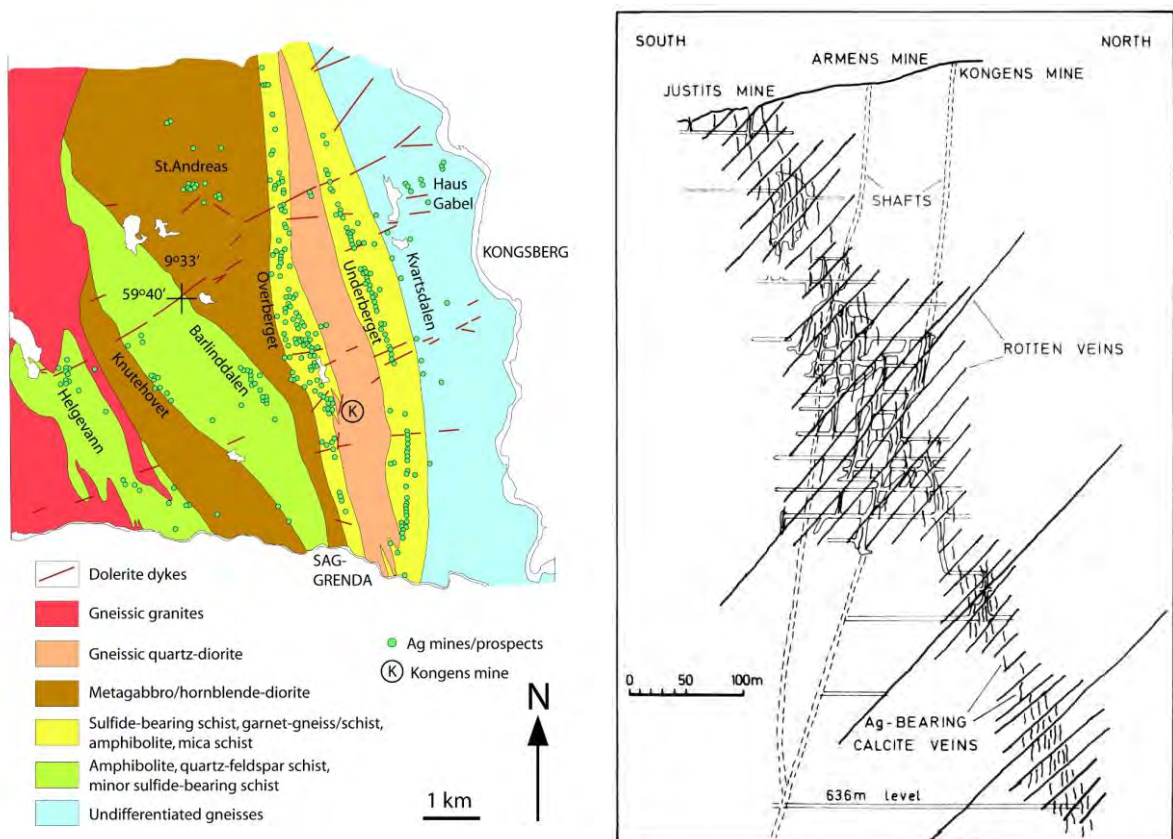
Sølv i Kongsberg-Modum distriktet har overveiende blitt produsert fra permiske sølv-koboltarsen årer i det som er definert som Kongsberg metallogenetiske område i FODD (Fennoscandian Ore Deposit Database, Bjerkgård 2012). Disse årene gjennomskjærer mesoproterozoiske gneiser og intrusiver i det Vestre Kongsberg-komplekset (Figur 1). I de 335 årene Kongsberg Sølvverk var i drift ble det produsert 1350 tonn rent sølv fra om lag 130 større og mindre gruver. Den årlige produksjonen lå på mellom 2 og 10 tonn (Ihlen og Nordrum 1986).

Sølv et opptrådte i hovedsak i øst-vest strykende, steile, smale (cm-dm) kalkspatganger (Figur 2) og de rikeste sølvpartiene fantes nesten alltid der gangene krysset nord-sør strykende, sulfidførende soner i gneisene. De sulfidførende sonene ble kalt *fahlbånd* (Bugge, 1917) og består av sulfider, mest pyritt og magnetkis, i glimmerrike skifre og gneiser. De viktigste av disse fahlbåndsonene er Overberget og Underberget like vest for Kongsberg, og det aller meste av sølv et er hentet opp fra gruvene lokalisert langs disse sonene. Disse fahlbåndsonene har en lengde på opptil 10 km og en bredde på 180-900 m. I tillegg til Overberget og Underberget, er det kortere sulfidrike soner i Barlinddalen og ved Helgevannet lenger vest og på Vinoren, rundt Svene og Holtefjell i Flesberg nord og øst for Kongsberg. Av disse var særlig sonene på Vinoren og Svene viktige, og en rekke rike sølvforekomster ble drevet der, særlig de siste 50 årene Sølvverket eksisterte, blant andre *Norske Løve* (Sør-Vinoren), *Nye Segen Gottes* (Nord-Vinoren) og *Anne Sophie* (Svene).

Det er gjort få undersøkelser for å finne ut hva som er kilder til og dannelsen av sølv et i Kongsberg i nyere tid, det vil si etter 2. verdenskrig. Det er klargjort at kalkspatgangene er permiske i alder og er yngre enn kvarts-breksjegangene som befinner seg hovedsakelig øst for Kongsberg og som fører bly, sink og kobber (se avsnitt om bly og sink under). Væskeneslutningsstudier antyder at sølv et ble avsatt fra løsninger med temperatur 250-280°C på grunt nivå i skorpen. Saltinnholdet i løsningene var opptil 21 % NaCl_{ekv} og inneholdt hydrokarboner (Johansen og Segalstad 1985, Segalstad 1985). Reaksjoner mellom de sølvførende løsningene og sulfidene i fahlbåndene (mest magnetkis) har blitt foreslått som mulig mekanisme for avsetning av sølv og sulfider i årene (Segalstad 1985). Tilstedeværelse av kullblende (Figur 1) antyder at karbon kan stamme fra svartskifre eller alunskifre i Oslofeltet. Sølv et kan ha samme opprinnelse, men kan også ha blitt løst opp fra de prekambriske bergartene da varme, vandige løsninger strømmet på sprekker gjennom bergartene i permtiden.



Figur 1: Kalkspatåre med gedigent sølv og kullblende som gjennomskjærer sulfidmineralisert gneis (foto: Sven Dahlgren).



Figur 2 a: Geologi og sølvgruver vest for Kongsberg. b: Skjematisk vertikalt N-S tversnitt gjennom Justits, Armens og Kongens gruve med sprekkesystemer og sølv-førende årer. Begge figurer fra Bjerkgård (2012).

Sølvforekomstene har ingen økonomisk interesse i dag. Sølvgangene er svært tynne, slik at svært mye gråberg må tas ut ved en eventuell drift. Tar vi dette med i beregningene så inneholder forekomstene bare ca. 300 g sølv pr. tonn utdrevet berg. Det er heller ingen andre metaller i økonomiske konsentrasjoner (bortsett fra stedvis litt gull i form av gyldisk sølv/elektrum). De rikeste gruvene, slik som *Kongens gruve*, *Gottes Hülfe in der Noth*, *Mildigkeit Gottes*, *Haus Sachsen*, *Justis* og *Samuel* er allerede utdrevet til stort dyp (*Kongens gruve* er mer enn 1000 m dyp).

Arsen – As

Arsen finnes anriket i en rekke forekomster innenfor området i form av mineralet arsenopyritt (arsenkis – FeAsS), men også som flere forskjellige koboltarsenider, særlig koboltglans (CoAsS), glaukodot (Co,Fe)AsS, saffloritt ((Co, Fe)As₂) og skutteruditt (CoAs₃).

Koboltarsenidene er særlig knyttet til koboltforekomstene på Modum, hvor det ble utvunnet arsen som biprodukt (se avsnitt om kobolt), men finnes også i tilknytning til sølv-mineraliseringene i Kongsbergområdet.

Arsenopyritt er særlig anriket i de kobberrike gangforekomstene vest og nord for Saggrenda, og de kan ha innhold opptil 3-5 % As i tillegg til kobber og stedvis gullanrikning (se avsnitt om kobber).

Ingen av de arsenrike forekomstene er av interesse i dag, men arsen kan igjen tas ut som biprodukt dersom det skulle bli funnet nye økonomiske koboltforekomster på Modum.

Gull – Au

Gull er anriktet i flere forekomststyper i området, blant annet i gangforekomstene med kobber og arsen vest for Kongsberg, i tilknytning til koboltforekomstene på Modum, i enkelte av sølvforekomstene på Kongsberg, *Haugsetgruva* vest for Hokksund, Ni-Cu forekomstene *Langedal* på Holleia og *Grågalten* i Sigdal, samt i enkelte av bly-sinkgangene øst for Kongsberg, blant annet Skaragravene som i hovedsak ble drevet på sølv.

Når det gjelder gangforekomstene med kobber (beskrevet under) er det særlig et skjerp i Barlinddalen og et på Ljøterudåsen som er anriktet i gull (henholdsvis 5.9 og 1.1 g/t Au), men begge disse er ellers helt ubetydelige mineraliseringer.

Gull er anriktet i Skuterud koboltforekomstene på Modum. Analyser av sju svært rike malmprøver fra samlinger (MGM i Oslo og NTNU) gjort av J. Slack (USGS) viser verdier fra < 0.05 g/t til 128 g/t Au (4 av prøvene har mer enn 1 g/t Au). Ingen av prøvene fra malmsonene innsamlet av NGU eller regiongeologen viser høye gullverdier, imidlertid var det 2.3 g/t Au i en kobber-impregnert prøve fra den omgivende skiferen.

Gull er kjent fra flere av sølvforekomstene på Kongsberg og Vinoren i Flesberg i form av såkalt gyldisk sølv (elektrum). Spesielt ble det drevet på gullholdig sølvmalms i *Beständige Liebe* på Underberget fahlbåndsonen rundt år 1700. Nye undersøkelser tyder på at gullet har en annen opprinnelse enn sølvet og ble avsatt på et tidligere stadium i malmdannelsen (Kullerud m.fl. 2020).

Langedal Ni-Cu forekomst ble undersøkt av selskapet *Blackstone* i 2009. Det viste seg at et av borkjernerne inneholdt et intervall på 0.5 m med 150.2 g/t Au, 0.4 g/t Pt og 0.53 g/t Pd. Også en borkjerne fra Grågalten Ni-Cu forekomst er anriktet i gull: 3.5 g/t i 0.66 m. (se også avsnitt om nikkel).

Kobber – Cu

De viktigste, kjente kobberforekomstene i området er *Kisgruva*, *Verlohrne Sohn* og *Gott Vermags* ved Saggrenda vest for Kongsberg og *Bergsgruva* (*Eiker Kobberverk*) og *Haugsetgruva* vest for Hokksund. Alle disse forekomstene er polymetalliske, massive sulfidforekomster med en sannsynlig vulkanogen dannelse, såkalte VMS-forekomster. På Vinoren ligger *Valders kobbergruve* som består av semimassiv til massiv kobberkismagnetkismineralisering. Dette kan også være en VMS-forekomst. *Grøsligruve* i Flesberg er også sannsynligvis en VMS-forekomst, men denne er sink-rik med et lavt kobberinnhold (se avsnitt om Zn og Pb).

Det er en rekke kobberrike gangforekomster i Korbu-området vest for Saggrenda, i Barlinddalen, samt i tilknytning til sølvforekomstene sør for Jonsknuten (Knutegravene og Knutehovet). Flere av disse gangforekomstene er sterkt anriktet i arsen og gull (analyser opptil 5.9 g/t).

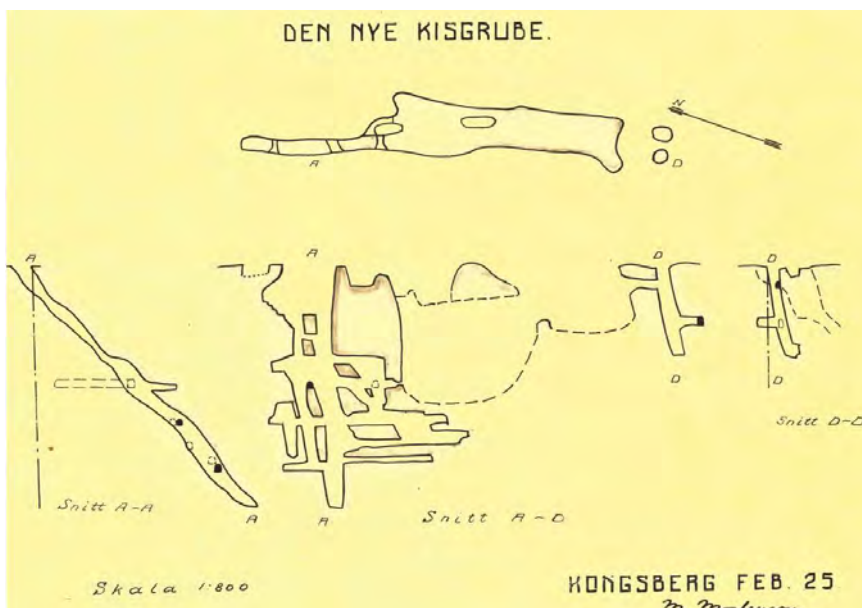
Mange av bly-sinkforekomstene tilknyttet kalkspat-kvarts breksjegangene øst for Kongsberg fører kobberkis i tillegg til blyglans og sinkblende.

I tilknytning til koboltmineraliseringene i Modum er det en relativt mektig sone (opptil 5-10 m) med disseminert kobberkis i glimmerskifer/-gneis (se seinere omtale av koboltmineraliseringene).

VMS-forekomstene

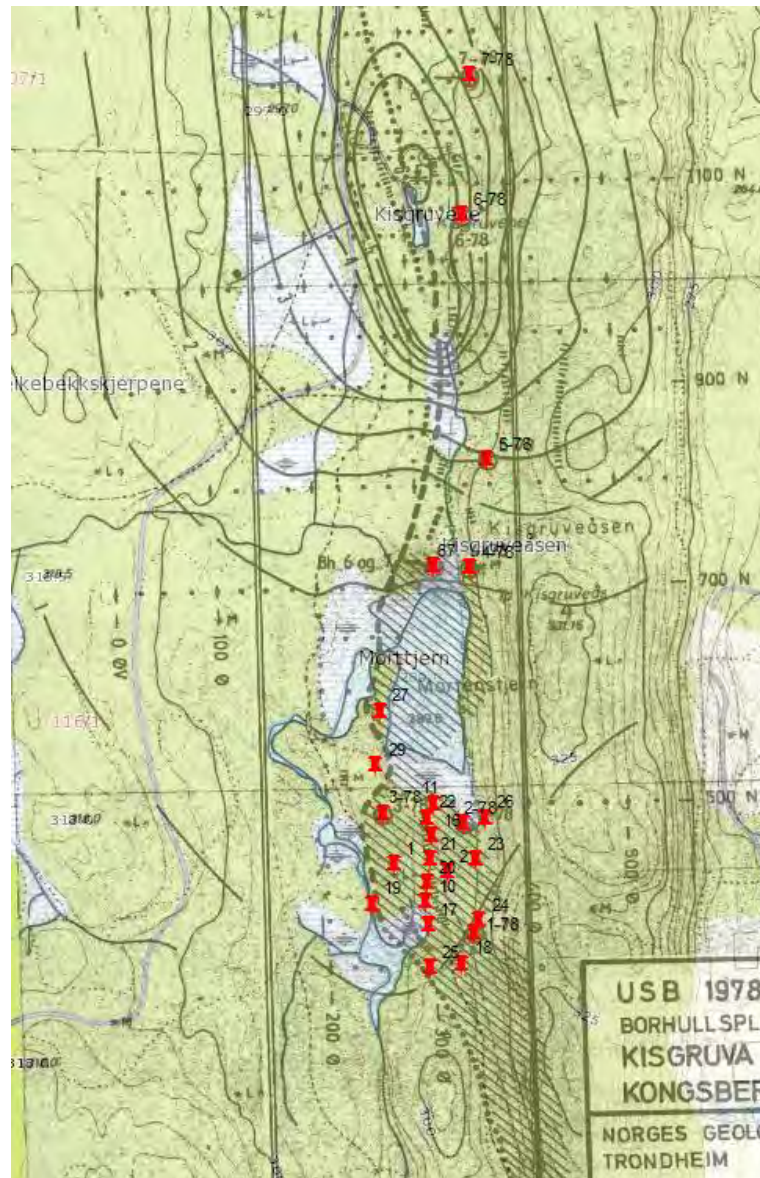
Kisgruva

Kisgruva ble antakelig drevet i beskjedent omfang før 1623. *Kongsberg Sølvverk* drev forekomsten i perioder fra omkring 1650 til 1902 og det skal være produsert ca. 50 000 t malm, hvorav 12 000 t mellom 1842 og 1902. Skeidemalmen holdt vanligvis 35-40 % S og ca. 1 % Cu. Hovedgruva består i dag av en 70 m lang og inntil 20 m bred vannfylt dagskjæring (Figur 3). Dybden er omlag 70 m.



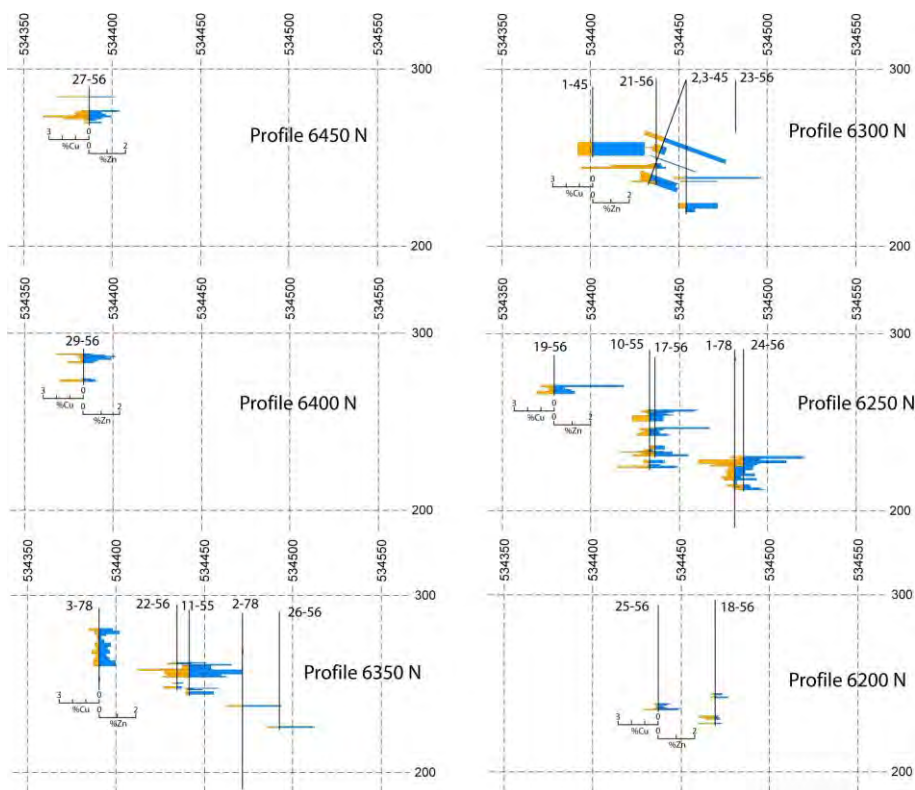
Figur 3: Øverst Den store vannfylte dagskjæringen/strossa i Kisgruva. Bilde tatt mot sør (Foto: T. Bjerggård). Nederst gruvekart med tverrsnitt over dagskjæringen fra Mortensen (1925).

Geofysiske målinger utført i 1944 og 1945 viste at gruva ligger midt på en 800 m lang, uregelmessig, noenlunde N-S strykende EM anomali (Figur 4). Beregninger etter boringer på midten av 1950-tallet angir at det finnes en svovelkismalm på 581 000 t med 1.01% Cu, 1.18% Zn, 19.5% S, 430 g/t Se, 25 g/t Ag og 2.5 g/t Au.



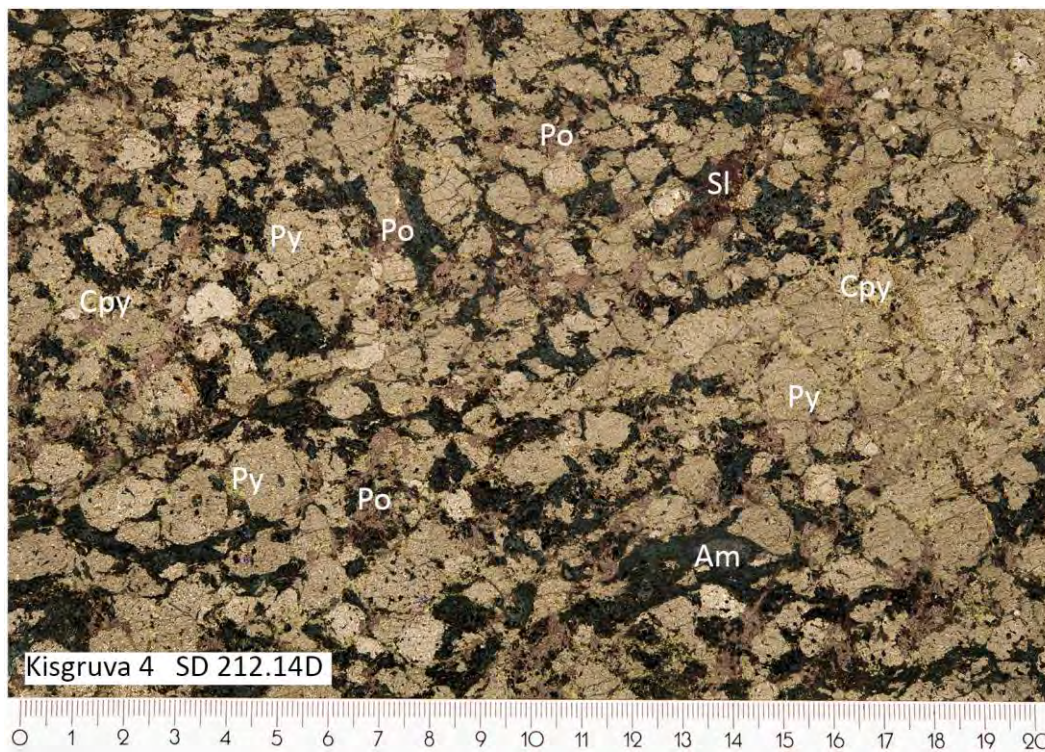
Figur 4: Geofysiske data fra 1945 og 1978, samt boringer i 1956 og 1978 på Kisgruva (modifisert fra Lindahl 1981).

Befaring av NGU i 1976 og prøvetaking av tippmaterialet da kunne ikke bekrefte det høye gullinnholdet (3 prøver inneholdt mellom 0,2 og 0.49 g/t), men det anomal høye seleninnholdet ble bekreftet (Mathiesen 1977a). Ny boring (7 kjerner) ble utført i USB regi i 1978 og resultatet fra dette var: 0.5-1% Cu, 0.5-1% Zn, ca. 20% S, ca. 10 g/t Ag og 0.1-0.2 g/t Au i snitt ble beregnet. Potensielt kan det være i størrelsesorden 2-3 mill. t med de gehaltene (Lindahl 1981, Figur 5).

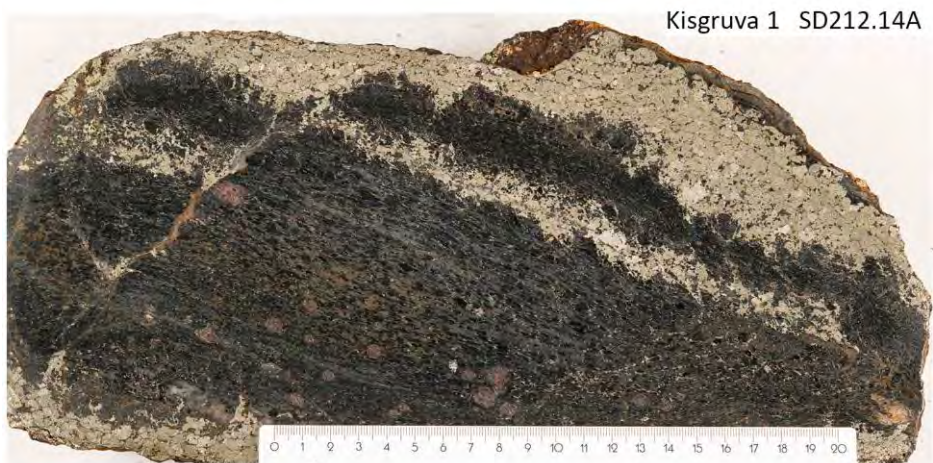


Figur 5: Borhullprofiler fra boreri i 1956 og 1978 med gehalten av sink og kobber.

Mineraliseringen i *Kisgruva* er dominert av pyritt som opptre i opptil cm-store krystaller. Interstitielt er det magnetkis, kobberkis og sinkblende i underordnede mengder (Figur 6).



Figur 6: Tekstur ved *Kisgruva* der porfyroblastiske krystaller av pyritt (Py), ca 1 cm store, karakteriserer mineraliseringen. Mellom pyrittkrystallene forekommer magnetkis (Po), kobberkis (Cpy), sinkblende (SI) og amfibol (Am). (Foto: Sven Dahlgren).



Figur 7: Kisgruva 1 (øverst): Kismineraliseringen ved Kisgruva forekommer som årer på langs og på tvers av foliasjonen i granat-amfibol-gneis. Kisgruva 2 (nederst): Mineraliseringen ved Kisgruva er foldet i tette folder sammen med granat-amfibol-gneis. (Foto: Sven Dahlgren).

Mineraliseringen og bergarten den ligger i, er sterk breksjert og foldet (Figur 7). Pyritt-krystaller er delvis rundet og opptrer dels i linser langs dm-skala slepefolder. Stedvis er det dannet årer av sulfider som gjennomkjærer foliasjonen i bergarten.

Det er forskjell i fall langs den mineraliserte sonen fra sør til nord, noe som kan skyldes en fold med svakt aksefall mot sør. I selve *Kisgruva* er fallet 60-70° mot øst, mens det sør for Morttjern er 30-40° øst. CP målinger utført i 1978 viser at den mineraliserte sonen er splittet i tre kropper med sulfidmineralisering. Selve *Kisgruva* ligger på den nordligste av disse, mens den sørligste ligger ca. 1 km unna. Den sørligste er den som ble boret opp til å inneholde 581 000 t malm (Lindahl 1981). Verken denne eller de andre to kroppene er avgrenset med boringer.

Prøver innsamlet fra den nordligste delen av forekomsten der driften har vært størst viser en temmelig fattig mineralisering med 0.35 % Cu, 0.38 % Zn, 0.02 % Pb, 4 g/t Ag, 0.07 % Au (gjennomsnitt av 7 prøver og ingen analyser av selen), mens den sørlige delen som er boret opp viser 0.45 % Cu, 2.43 % Zn, <0.01 % Pb, 6 g/t Ag, 0.16 g/t Au, samt 441 g/t Se og 137 g/t Sn.

En undersøkelse av selen ble utført i 1981 og -82 (Foslie 1982) og viste at det meste av selenet var bundet til hovedsulfidene i forekomsten (pyritt, kobberkis, sinkblende), resterende til claushtalitt-blyglans, altaitt og tetradymitt. Oppredningsforsøk den gang tydet imidlertid på at utvinningen av selen var altfor lav (maks 18%) til at det vil være økonomisk. Nye undersøkelser i 2018 bekreftet at selenet finnes i claushtalitt, altaitt og tellurfaser og antakelig i hovedsulfidene (Bullock et al. 2018). Basert på disse undersøkelsene er det mulig at *Kisgruva* kan inneholde økonomiske mengder av selen og at også tellur kan tas ut som biprodukt. Det forutsetter imidlertid at en finner metoder for å opprede disse elementene.

Verlohrne Sohn

Den første sikre oppteignelsen om drift ved *Verlohrne Sohn gruve* stammer fra 1490, da som *Kronens Kobberberg* i Sandsvær. Det er imidlertid ting som tyder på en drift også før dette (Berg m.fl. 2016). Det ble igangsatt ny drift på forekomsten rundt 1540 av tyske bergfolk, derav navnet *Verlohrne Sohn*. Antakelig er driften på *Gott Vermags* og kanskje også *Kopparvollane* fra samme tid. Siste driftsperiode var under *Kongsberg Sølvverk* i den første tiden dette var i drift. Det ble i den perioden tatt ut både kobber og sølv fra gruva og malmen ble tilsatt sølvmalmen fra Kongsberggruvene under smelteprosessen.

Gruva består av en stor åpen, men vannfylt skjæring, ca. 35 m lang og 6-10 m bred (Figur 8). Skjæringen ligger parallelt foliasjonen i N-S retning (350 grader) og er vertikal. Ifølge Støren (1916/17) varierte mektigheten av den rikeste delen av malmen mellom 2 og 4 m, mens utstrekningen var 30 meter. Det skal ha vært mest kobberkis i den sentrale del, og med magnetkis konsentrert i de ytre delene. Synken var drevet ned til 41 meters dyp der kobbermalmen tok slutt. Det var feltorter både mot øst og vest på 35-36 meters dyp med en samlet lengde på ca. 60 meter. De ble brukt for å drive på parallelle øst-vestgående sølvholdige kvarts-kalsittganger. Disse gangene inneholdt sølv, sinkblende, blyglans, samt litt barytt.

Geofysisk Malmleting utførte bakkegeofysikk (EM) i 1944 over forekomsten (Sakshaug og Brækken 1944). Disse undersøkelsene konkluderte med at det ikke var større mineraliseringer igjen i området.



Figur 8: Dagskjæringen i Verlohrne Sohn sett mot nord (Foto: T. Bjerkgård).

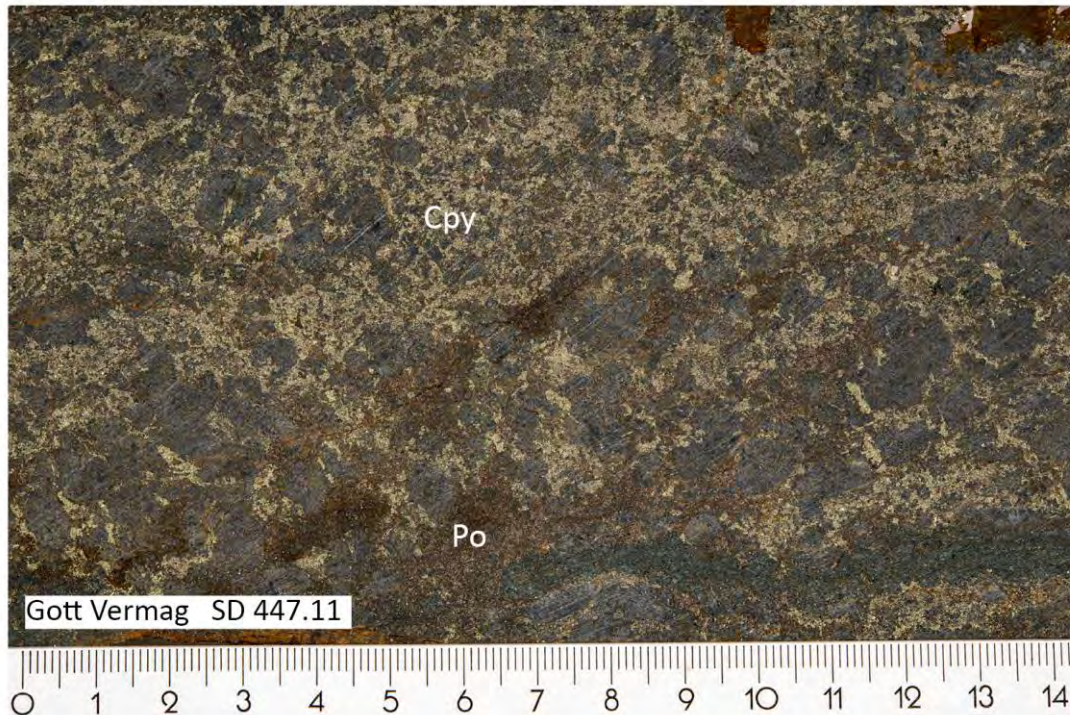
Mineraliseringen består av uregelmessig sliret til foliert impregnasjon til semimassiv magnetkis-kobberkis mineralisering med noe pyritt i kloritt-kvartsskifer. Det er en større vannfylt synk 130 m NV for hovedgruva. Mineralisering her inneholder pyritt og sinkblende i kvarts-sericittskifer. Dette er nok en mer distal del av mineraliseringen. Gjennomsnitt av 10 feltprøver viser 1.19 % Cu, 0.37 % Zn, 0.02 % Pb, 5 g/t Ag og 0.28 % Au, samt opptil 88 g/t Mo.

Gott Vermags

Gott Vermags gruve består av fire vannfylte synker/grøfter orientert parallell foliasjonen i NV-SØ retning (ca. 330°). Den totale lengden på driftene er rundt 30 m. Den største synken er 14 m lang og inntil 5 m bred (i sørøst). Nord for denne ligger en tipphaug anslått til 800 kbm i størrelse. To rustsoner sees i sørenden av hovedsynken, den vestligste ca. 2 m mektig, og den østligste som etter retning å dømme går gjennom alle synkene/grøftene har en mektighet på 1 meter. Det er sannsynlig at disse to sonene går sammen i en sone mot nord. Mineralisering som finnes på tipphaugene består av varierende uregelmessig sliret impregnasjon av kobberkis, magnetkis og pyritt i klorittskifer, dels med noe granat (Figur 9). Ellers er kvarts vanlig. Kloritten er mørk grønn, sannsynligvis jernrik. Geofysiske målinger (EM) utført over forekomsten i 1944 gav ikke indikasjoner på noen større mineralisering (Sakshaug og Brækken 1944).

Den østre gruva om lag 350 m øst for hovedgruva, består av en åpen skjæring i NNØ-SSV retning. Den er ca. 20 m lang, 5-6 m bred og inntil 3-4 m dyp ned til vannspeilet. Det er en svært begrenset, overgrodd tipp ved skjæringen. I østenden av skjæringen er det en ca. 1 m bred sone med rusten, båndet kvartsrik skifer med mørke bånd av finkornede jernoksider. I siden av sonen er det enkelte korn av kobberkis. Sidebergarten er en finkornet amfibolitt/grønnstein. På tippet er det stuffer med mm til cm-båndet finkornet magnetitt og

kvarts med striper/slirer og aggregater med kobberkis og pyritt. Denne mineraliseringen har antakelig ingen forbindelse med hovedgruva.



Figur 9: Gott Vermags: Mineralisering av kobberkis (Cpy) og magnetkis (Po). (foto: Sven Dahlgren).

To prøver fra hovedforekomsten i Gott Vermags viser 0.24 og 3.36 % Cu, 0.18 og 0.24 % Zn, <0.01 % Pb, 2 og 23 g/t Ag, 0.03 og 0.16 g/t Au, samt 314 og 398 g/t Co.

Valders kobbergruve

Valders kobbergruve befinner seg på Sør-Vinoren sammen en rekke sølvgruver. Hovedgruva består av en dagskjæring som er ca. 17 m lang i NØ-SV retning (060°) og ca. 15 m dyp i NØ (Figur 10). Den er vannfylt og skal fra vannflaten gå videre 26 meter ned, dvs. at den totale vertikale driften er 41 m. Ifølge rapporter skal det være i størrelsesorden 2000 kbm vann i gruva. En ca. 10 m lang firsatt stoll er drevet inn fra vest i høyde med vann-nivået. Malmsonen er blottlagt som et ca. 20 cm mektig rustbånd i et bergfeste og i NØ-veggen. Ifølge rapporter skal mektigheten ha vært opptil 2 meter på dypet. Ca. 100 kbm malm ligger utskeidet i en haug på nedsiden (sørvestsiden) av gruva. Ellers er det i størrelsesorden 700 kbm i tipphaugene ved dagskjæringen.

Mineraliseringen består av uregelmessige slirer og årer av kvarts med kobberkis og magnetkis i en sone dels på tvers av båndingen i amfibolittisk og kvarts-feltspatisk gneis. Enkelte tynne årer og stikk kan imidlertid også sees å følge gneisbåndingen, særlig mot nord, hvor det er røsket en del og drevet ned enkelte synker.

Fem prøver fra forekomsten gir et gjennomsnitt på 1.76 % Cu, 0.09 % Zn, <0.01 % Pb, 14 g/t Ag og 0.40 g/t Au.



Figur 10: Dagskjæringen i Valders kobbergruve sett ned mot sørøst (foto T. Bjerkgård).

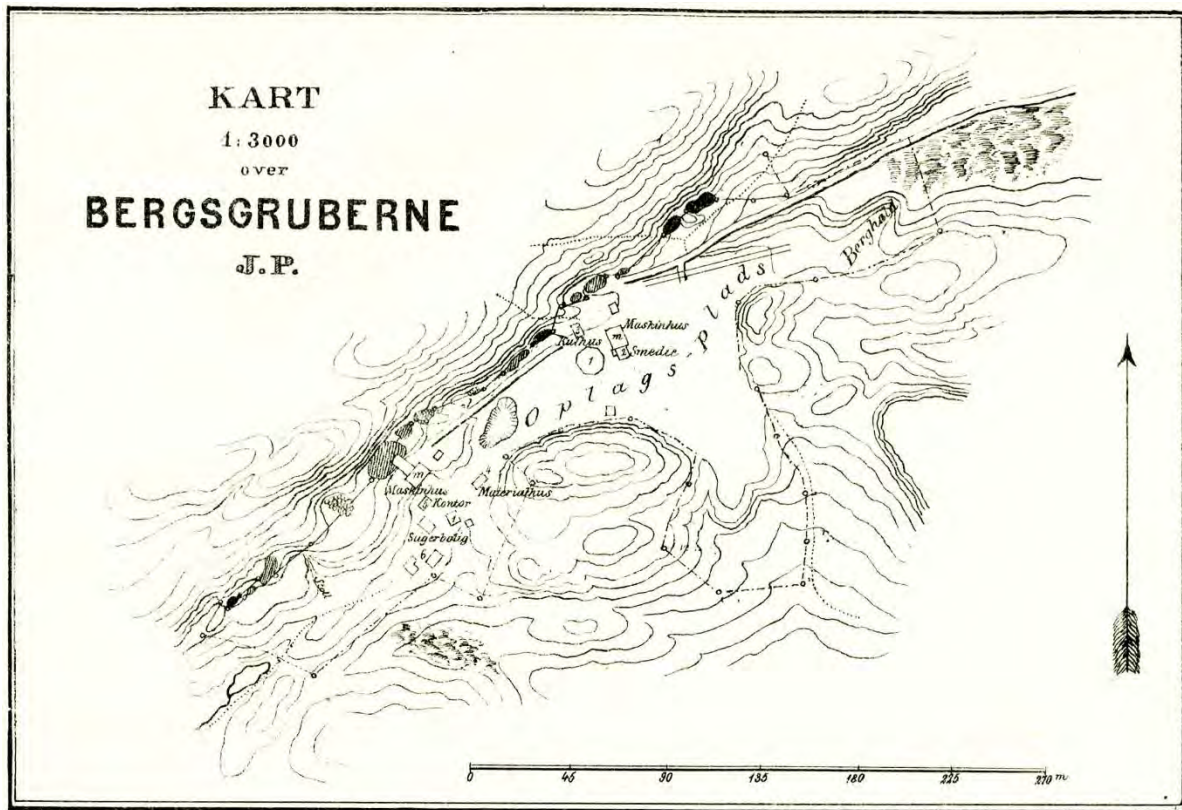
Bergsgruva (Eiker Kobberverk)

Bergsgruva var hovedgruva til *Eiker Kobberverk* og var i drift i fire perioder mellom 1818 og 1889. Det er ikke funnet noen opplysninger om hvor mye malm som ble tatt ut i de første to driftsperiodene. I de to siste periodene (1874-1879 og 1885-1889) ble det tatt ut vel 18 200 tonn kobbermalm med rundt 4 % Cu (Egge 1920b). Inklusive gråberg ble det da tatt ut opp mot 50 000 t bergmasser fra gruva. Da gruva ble nedlagt i 1889, var gruvas dypeste punkt 107 m under dagen (og 138 m langs fallet). Mektigheten på den mineraliserte sonen var da bare 53 cm og inneholdt kun 0.7 % Cu. Driften har foregått over en lengde på 285 m i NØ-SV retning (Figur 11).

Det har vært drift på hovedsakelig tre malmlinser som ligger etter hverandre langs strøket. Den sørligste malmlinsen er kjent som *Godthaabsgangen*, og ble drevet ned til et dyp på ca. 50 m (loddrett). Mektigheten til den mineraliserte sonen varierte mellom 25 og 60 cm og avtakende mot dypet. Den mellomste malmlinsen hadde mektigheter mellom 40 og 100 cm. Hoveddriften var den nordligste og det ble altså her drevet ned til et dyp på 107 m vertikalt. Det oppgis at malmlinsen her hadde mektigheter opp mot 2 meter, og det var også to linser over hverandre dannet ved en forgreining, antakelig som følge av tektonisk påvirkning. Gruveåpningene er fremdeles tilgjengelige, omgitt av høye gjerder.

Malmen i den mektigste linsa er sterkt preget av tektonisering og skjærdeformasjon, og inneholder roterte fragmenter av kvarts og sidebergart, typisk biotitt- og amfibolrik skifer. Malmen er i stor grad massiv, men uregelmessig sliret og båndet. Den består av uregelmessig fordelt sinkblende, magnetkis, kobberkis og pyritt, ofte med fragmenter av kvarts og amfibolbiotitt fragmenter, helt klart et resultat av sterk deformasjon av malmen (Figur 12). Variasjonen i mineralfordeling kommer også til uttrykk geokjemisk: ifølge undersøkelsene utført av NGU i

1980 (Nordrum og Olerud 1980) hvor det ble tatt ti malmprøver var innholdet i disse 0.25-2.4 % Cu, 0.03-10.9 % Zn, 15-18 g/t Pb, 5-14 g/t Ag, 90-200 g/t Se og opptil 0.22 g/t Au. Utfra malmens opptreden, tilstedeværelse av omvandling i form av kvarts-sericittskifer, samt malmmineraler, er det høyst sannsynlig at forekomsten er en sterkt tektonisert VMS forekomst.



Figur 11: Kart over dagåpningene ved Bergsgruva fra 1881 (Carstens m.fl., 1883).

Undersøkelsen i dette prosjektet viser 0.67 % Cu, 3.27 % Zn, 0.02 % Pb, 6 g/t Ag og 0.15 g/t Au, basert på 7 prøver.

På begynnelsen av 1990-tallet gjorde selskapet *Marmine a.s* undersøkelser av tipphaugene ved kobberverket (Marmine 1993). Dette ble gjort ved å gjøre ca. 100 analyser av materialet, derav 30 prøver i tre profiler ved forskjellig dyp og 70 prøver i 30 tonn med materiale til videre prosessering. Resultatene fra denne undersøkelsen viste at tipphaugene inneholder 200-250 000 tonn med 0.46 % Cu, 0.92 % Zn og 0.65 g/t Au. Konklusjonen den gang var at dette kunne være økonomisk under visse forutsetninger, uten at disse var nærmere spesifisert.



Figur 12: To ulike teksturer for sulfidmineraliseringen ved Bergsgruva: Bergsgruva 1 (øvre foto): Breksjelliknende mineralisering. Trolig er det et hydrotermalkvartsfragment midt i fotografiet, mens det er en kvartsrik bergart på høyre side (begge merket med Qz). Sulfidmineralene er en blanding av pyritt, kobberkis, sinkblende og magnetkis. Disse er sterkt sammenblandet i små korn i sulfid-domenene på fotografiet.

Bergsgruva 3 (nedre foto): Sulfidmineralene forekommer i domener der vekselvis ulike sulfider som magnetkis (Po), pyritt (Py) og sinkblende (Sl) dominerer. Men i hvert domene forekommer alle de andre sulfidene som inneslutninger eller aggregater av små krystaller. Kobberkis forekommer finfordelt i alle domener (foto: Sven Dahlgren).

Haugsetgruva

Haugsetgruva ligger vel 1.5 km NØ for *Bergsgruva* som var hovedgruva for *Eiker Kobberverk*. Settingen er tilsvarende, med amfibolitter og lyse, felsiske gneiser som sidebergarter. Gruva ble startet opp i 1869 og ble drevet et par år med 7-14 mann (Egge 1920b). Det ble produsert 190 tonn kobbermalm med gjennomsnittlig 9 % Cu. Gruva ble nedlagt da driften på *Bergsgruva* startet opp igjen i 1872.

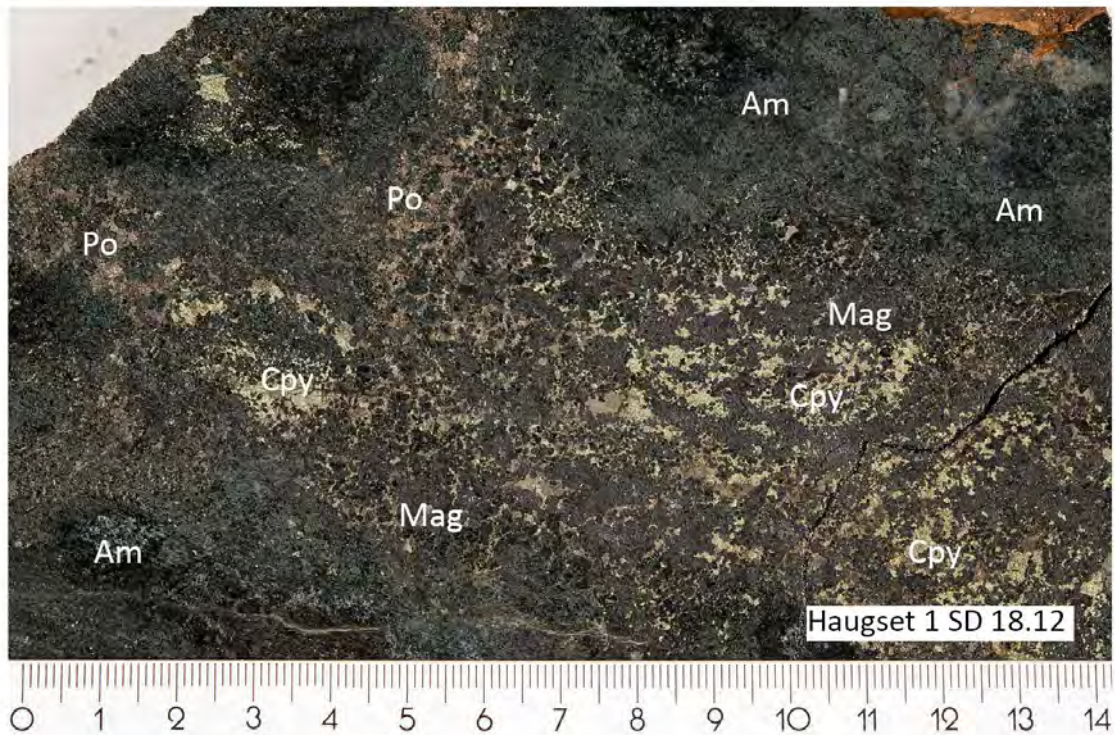
Gruva er drevet med 4 synker langs en strøklengde på 65 m. Ingen av disse synkene (vannfylte) kan være særlig dype, idet det totale volumet av masser som er tatt ut kun er ca. 225 kbm. Malmsonen er blottlagt i nordveggen i den sørligste synken og har en mektighet på bare 5 cm (Figur 13).



Figur 13: Sørligste synk i *Haugsetgruva* sett mot nord (foto T. Bjerkgård).

I ligg (på østsiden) kan kraftig silisifisering spores inntil 5 m vekk fra malmsonen, og inneholder en god del magnetitt. Mineraliseringen ligger konkordant i en amfibolittkropp som igjen er omgitt av lys tonalittisk gneis. Mineraliseringen er svakt foldet, og bærer preg av sterk deformasjon (Figur 14). På tipphaugene opptrer for det meste massiv mineralisering av sinkblende med mindre mengder kobberkis, magnetkis og magnetitt. Mindre vanlig er magnetkis-kobberkis mineralisering.

Det ble utført geofysiske målinger over forekomsten i 1946 av *Geofysisk Malmleting* og av NGU i 1979 (Elstad 1980). Begge disse målingene var klart negative og gav bare svake anomalier med liten utstrekning. Detaljkartlegging i området (Karlstrøm 1985) frambrakte heller ikke noe av økonomisk interesse. Gjennomsnitt av seks prøver innsamlet av NGU gir 0.91 % Cu, 0.74 % Zn, <0.01 % Pb, 5 g/t Ag og 0.48 g/t Au.

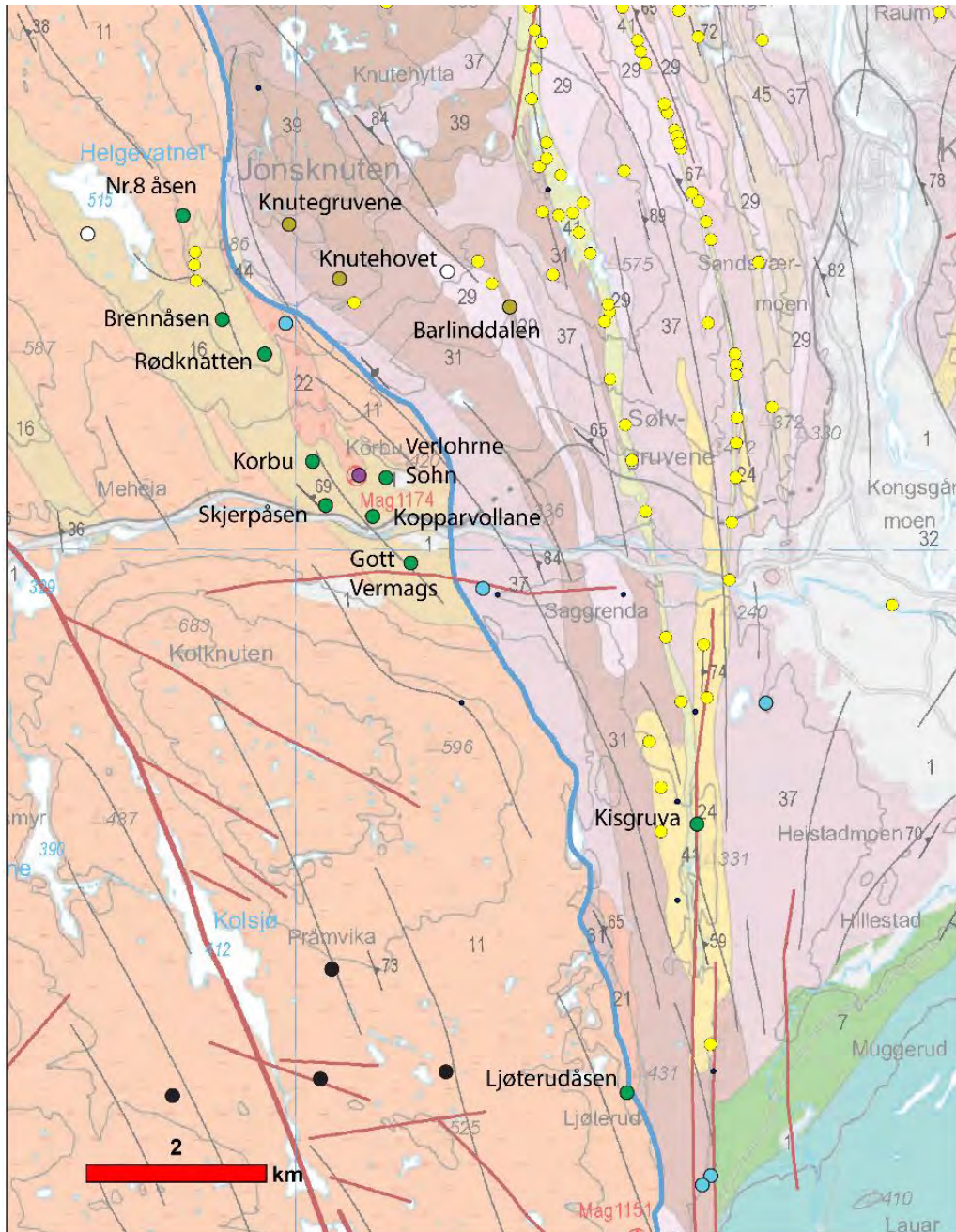


Figur 14: To ulike teksturer fra sulfidmineraliseringen ved Haugset: Haugset 1 (øvre foto): Kobberkis-rik (Cpy) mineralisering i amfibolitt (Am). Andre mineraler er magnetitt (Mag), magnetkis (Po) og sinkblende. Sinkblendene er for finfordelt til å se på fotografiet.

Haugset 2 (nedre foto): Breksjelliknende tekstur med amfibolitt-fragmenter omgitt av sulfider: Kobberkis (Cpy), pyritt (Py), magnetkis (Po) og sinkblende (Sl). (foto: Sven Dahlgren).

Kobberrike gangforekomster

De kobberrike gangforekomstene i Saggrenda-Knuten området (Figur 15) vest for Kongsberg ligger i mafiske vulkanitter som tilhører Knuteformasjonen. Denne formasjonen har en usikker tilknytning til Kongsberg-komplekset og kan eventuelt tilhøre Telemarsuprakrustalene. Bergartene er lavmetamorfe og vesentlig mindre deformerte enn bergartene i Kongsberg-komplekset. De mafiske vulkanittene inneholder både putelavaer, vulkaniklastiske bergarter og sannsynligvis også et gangkompleks (Figur 16).



Figur 15: Utsnitt av det geologiske kartet (Viola m.fl. 2016) over Saggrenda-området med forekomster avmerket.

Grønn: Kobberforekomster og VMS-forekomster, brun: kobberforekomster tilknyttet sølvgruver, gul: sølvgruver, blå: bly-sink gangforekomster, fiolett: Sluggås molybdenforekomst, hvit: pyritt og magnetkisforekomster, svart Jernforekomster.



Figur 16: Primære strukturer i Knuteformasjonens metabasalter. Øverst: Mulig gangkompleks med både porfyriske og afyriske ganger, typisk rundt 50 cm brede. Nederst: Putelava. Lokalitetene er i Korbuområdet vest for Saggrenda (foto T. Bjerkgård).

Mineraliseringene er gangforekomster som i hovedsak består av kobberkis og magnetkis, men også ofte en god del arsenkis. Sulfidene opptrer typisk i rik disseminasjon til semimassive tynne årer i soner som gjerne er noen dm til meter tykke. Sonene har en lengde på noen

hundre meter til flere kilometer, typisk strøk nord-sør og konkordant skifriheten/foliasjonen i de omgivende bergartene. De viktigste av disse forekomstene er Brennåsen, Rødknatten, Korbu og Ljøterudåsen (Figur 15, Figur 17). Det er lignende type mineraliseringer sør for Knuten i tilknytning til sølvgruvene i Knutehovet, Knutegruvene og i Barlinddalen. Disse ligger innenfor Kongsbergkomplekset.



Figur 17: Rødknatten kobberforekomst, bilde sett mot sørvest (foto T. Bjerkgård).

Det er innsamlet en rekke prøver for analyser fra disse forekomstene (Tabell 1). De har alle en god del kobber (0.09-5.5 %) og er typisk anriket i arsen (0.01-5.4 %). Med unntak av et par forekomster som er gullrike (Ljøterudåsen (1.1 g/t) og Barlinddalen (5.9 g/t)) og noen få anriket i sølv (20-60 g/t), så er de fattige i andre elementer enn kobber. Ingen av disse forekomstene har noe mer enn akademisk interesse i dag. Selv om de dels er rike, er de kobberholdige gangene for tynne og har for liten utbredelse til å være økonomiske.

Tabell 1: Gjennomsnittsgehalter i kobberforekomster i Saggrenda-Knutenområdet.

Forekomst	Cu	Zn	Pb	Co	Ni	Ag	Au	As	Mo
Rødknatten (9)	4.24	0.07	<0.01	175	12	24	0.17	8867	28
Brennåsen (3)	0.23	0.15	0.08	77	93	13	<0.01	103	<5
Korbu (6)	0.44	0.02	<0.01	75	42	9	0.16	100	<5
Skjerpåsen (2)	0.09	0.12	0.04	59	18	13	0.16	4745	<5
Kopparvollane (4)	0.56	0.20	0.04	289	277	12	0.25	49170	<5
Ljøterudåsen (2)	5.46	0.20	<0.01	271	53	30	1.13	11	152
Nr.8 åsen	1.62	0.05	<0.01	55	10	9	0.13	4772	<5
Knutegruvene (1)	0.13	0.14	0.10	67	9	43	0.54	1330	<5
Knutehovet (3)	0.19	0.03	0.01	170	20	32	0.16	19794	6
Barlinddalen (2)	0.67	0.96	0.49	40	9	55	5.93	53450	12

Kobber i kalkspat-kvarts breksjeganger øst for Kongsberg

En rekke av breksjegangene øst for Kongsberg fører en god del kobber i tillegg til bly og sink (se Figur 38, Figur 39). Dette gjelder for eksempel gangene ved Kjennerudvannet som var blant de største og rikeste bly-sinkforekomstene (Figur 18). Det henvises ellers til avsnittet om bly og sink nedenfor.

Ingen av disse mineraliseringene har noen økonomisk interesse i dag.



Figur 18: Kobberrik mineralisering i en av kvartsgangene ved Kjennerudvannet.

Kobber assosiert med koboltforekomstene i Modum

Det er en relativt mektig sone med kobberkis-impregnasjon i kvarts-sericitt-(muskovitt)-skifer i tilknytning til koboltmineraliseringene på Skuterud. Sonen opptrer særlig på vestsiden av den koboltførende gangen i *Nordgruvene*. I 2013 gjorde NGU og Regiongeologen fire boreriger med NGUs mobile borerigg og i en av kjernene boret på *Nordgruvene* ble det funnet 8.28 m impregnasjon som inneholder 1.28 % Cu, 246 g/t Co og 0.27 g/t Au (alternativt 3.54 m med 2.12 % Cu, 392 g/t Co og 0.33 g/t Au), mer om dette i avsnittet om kobolt. Også andre prøver tatt fra disse sonene viser et relativt høyt kobberinnhold, samt dels anrikning i gull (opptil 2.2 g/t Au).

Potensialet for kobber i området

Når det gjelder VMS forekomster er det kun *Kisgruva* som har potensial for å ha økonomiske ressurser av kobber, de andre forekomstene synes å være for små til å ha noen interesse (men i hovedsak basert på eldre bakkegeofysiske undersøkelser).

For øvrig er det et potensial for kobber tilknyttet koboltmineraliseringene på Skuterud (mer om dette under avsnittet om kobolt).

Gangforekomstene som fører kobbermineralisering er alt for små til å ha noen interesse.

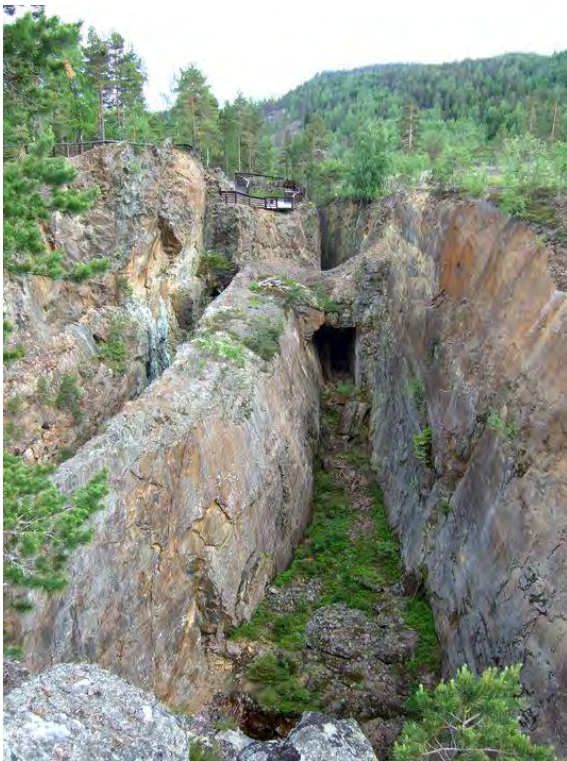
Kobolt – Co

Kobolt kan være anriket i en rekke forekomststyper, slik som magmatiske nikkelt-kobberforekomster og VMS-forekomster. I Buskerud er det imidlertid de sediment-tilknyttede forekomstene på Modum som har størst interesse når det gjelder kobolt, men kobolt finnes også assosiert med nikkelforekomstene på Ringerike (se avsnitt om nikkelt nedenfor).

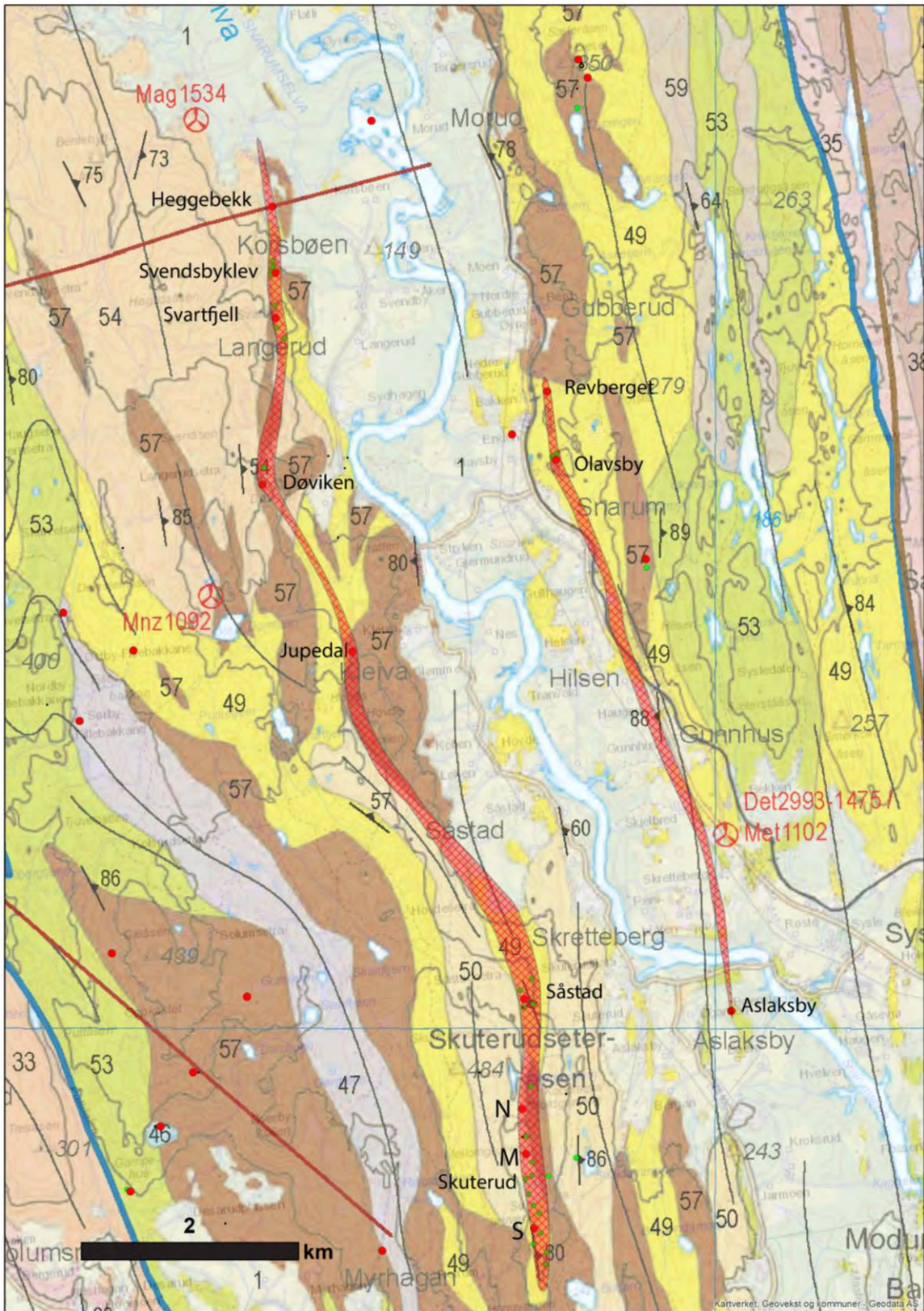
Det er koboltforekomster både på vest- og østsiden av Snarumselva nord i Modum. De viktigste forekomstene var de på Skuterud (Figur 19). En fyldig gjennomgang av historien om driften på disse forekomstene er gjort av Tone Steinsvik (Steinsvik 2000).

Kobolten ble brukt til å lage blåfargen koboltblått som gikk blant annet til dekorering av porselen ved den *Kongelige Porcelainfabrik* i København. Produksjon av pigment foregikk nede ved Haugsfossen, ca 8 km sør for gruvene, det nå så kjente *Blaafarveværket*.

Forekomstene ble funnet av malmleren Ole Withloch fra Kongsberg i 1772. Prøvedrift kom i gang året etter og ordinær produksjon startet allerede i 1776. Til å begynne med var det begrenset produksjon fra dagbrudd. Gruvedriften tok seg imidlertid opp fra 1827, da man begynte med underjordsdrift. Det var gode tider inntil 1840-årene, da blåfargen ultramarin plutselig kunne produseres kunstig og prisen på koboltblått falt dramatisk. Ultramarin tålte imidlertid ikke høye temperaturer, så da det i 1870-årene ble funnet rike forekomster av koboltminerale i gruva tok gruverdriften seg opp igjen. I tillegg ble det anlagt en ny transportstoll for malmen. Imidlertid tok de rike forekomstene slutt ganske fort og en ble nødt til å legge ned driften for godt i 1898.



Figur 19: t.v.: Sørliche del av dagskjæringen i Nordgruvene på Skuterud, sett mot sør. Over: Erythrin i stolltaket i Nordgruvene (foto T. Bjerkgård).

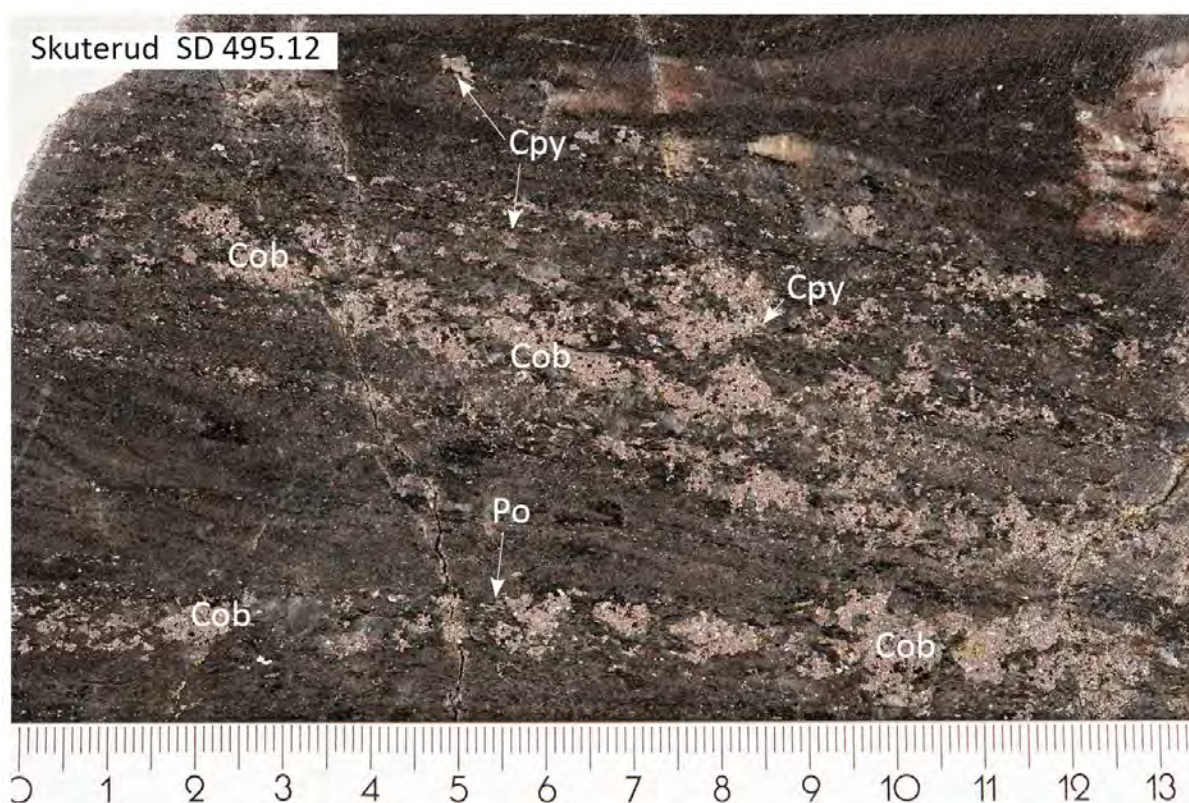


Figur 20: Fahlbåndsonene i Modum (rød skravur) med koboltforekomstene (navngitt). Bakgrunnen er 1:100000 berggrunnskart Kongsberg litotektoniske enhet (Viola m.fl. 2016).

Koboltmalmen ved Skuterud inneholdt typisk 0.1-0.3 % Co som ble oppgradert til rundt 3 % ved enkel hånd-skeiding (Horneman, 1936). Fordi gruvene på Modum ble lagt ned så tidlig, så vet man lite om hvor mye malm som ble tatt ut av gruvene, gehalten av kobolt i malmen og fordelingen av forskjellige malm-mineraler. På basis av gamle gruverapporter i NGUs bergarkiv, er det estimert at den totale produksjonen var opp mot 1 million tonn malm med 0.2 % Co. Det finnes svært lite historisk informasjon om kobber som må ha blitt tatt ut sammen med kobolt.

Ved gården Langerud ble det under navnet *Snarum Koboltverk* anlagt et smelteverk som var i drift i perioden 1822 - 1849 (også omtalt som *Snarum Blaafarveverk* eller *Snarum Verk*). Dette fikk malm fra gruver på Svartfjell, Heggebekk, samt drifter på Snarum (Olavsby, Revberget). Sammenlignet med det gamle *Blaafarveværket* har dette liten plass i Modums historie, selv om arbeidsstyrken i gruvene var over 250 mann i verkets glansperiode i 1830-årene.

Koboltforekomstene er assosiert med langstrakte soner med sulfidrike skifre, kjent som fahlbånd (Gammon 1966). Det lengste av disse båndene strekker seg fra sør for Skuterud til Snarumselva ved Korsbøen, en lengde på 12 km. I tillegg til Skuterud-forekomstene (Sør, Mellom- og Nordgruvene) var det mindre drifter ved Såstad, Døvikollen, Svartfjell, Svendsbyklev og Heggebekk langs denne sonen (Figur 20).



Figur 21: Koboltmineralisering fra gruvene på Skuterud. Prøven er tatt ca. 50 m nord for «Hvalfisker» i Mellomgruvene, og viser en rik mineralisering av koboltitt (koboltglans) (Cob), som er metallaktig med et karakteristisk rødlig skjær. I noen få og svært små krystaller finnes også kobberkis (Cpy) og magnetkis (Po). Bergarten er en kvarts-biotitt-gneis (foto: Sven Dahlgren).

Ifølge Gammon (1966) er magnetkis vanligste jernsulfid i den sørlige delen av fahlbåndet, og pyritt blir mer vanlig mot nord. I sør, særlig i Skuterud-området er det også dels rik impregnasjon av kobberkis i fahlbåndssonen, som ellers kan karakteriseres som en kvarts-

plagioklas-turmalin-flogopitt-sulfidgneis eller skifer. Grafitt er lokalt vanlig, kanskje særlig i nord og kan utgjøre opptil 5 % eller mer av bergarten.

Koboltmineraliseringen er assosiert med fahlbåndene og kan ha en genetisk tilknytning. Kobolt finnes som impregnasjon anriket i kvartsrike soner og linser bestående av mineralene koboltglans (CoAsS), glaukodot ((Co,Fe)AsS), saffloritt ((Co,Fe)As₂) og skutteruditt (CoAs₃). Linsene er strukturelt kontrollerte og følger regionale foldeakser og lineasjoner.

Det er stor usikkerhet når det gjelder dannelsen av koboltforekomstene på Modum. Bugge (1978) foreslo at de var syngenetiske sedimentær- eller vulkanogen-ekshalative forekomster, mens andre (som Gammon 1966) foreslo at kobolt fulgte løsninger som stammet fra de mange gabbrokroppene i området. En tredje teori er at mineralene er et resultat av metasomatiske prosesser, for eksempel relatert til regional albittisering (Munz m.fl. 1995). USGS gjorde en undersøkelse av svovelisotopene i Skuterud og viste helt klart et sedimentært opphav for svovelet (Slack m.fl. 2012), og antyder et mulig opphav som IOCG forekomst (Slack 2013).

NGU har befart og prøvetatt og gjort noen undersøkelser på utvalgte forekomster i både Skuterud- og Snarumsonen (Tabell 2). Høsten 2012 ble det i samarbeid med Regiongeologen boret fire korte kjerner på forekomstene ved Skuterud med NGUs litorigg (en kjerne på Sørgruvene og en på Mellomgruvene og to på Nordgruvene). I forbindelse med den regionale kartleggingen 2011-2014 ble hele området grovt kartlagt. Området er svært kupert, noe som gjør mer detaljert kartlegging tidkrevende.

Tabell 2: Gjennomsnittsgehalter i koboltforekomstene i Modum, basert på prøver innsamlet i prosjektet og til malmdatabasen.

Forekomst	Prøver	Cu	Co	Ni	As	Au	Mo
Heggebekk	4	0.11	96	138	409	0.01	12
Svartfjell	8	0.24	2199	571	14105	0.14	18
Døviken	6	0.07	380	172	9700	<0.01	11
Såstad	4	0.21	789	168	1899	0.03	3
Skuterud	12	0.20	7063	449	16820	0.13	21
Revberget	3	0.03-0.08	24-339	16-39	30-1160	<0.01-0.02	5-7
Olavsby	5	0.17	468	104	89	0.05	8

Cu i %, resten i ppm (g/t).

Foreløpige konklusjoner er at det er potensial for funn av spesielt kobber i forbindelse med kobolt-mineraliseringene på Skuterud. En av litokjernene fra Skuterud viste 8.3 m med 1.3 % Cu og 0.3 ppm Au, samt 0.025 % Co. Bredde på de mineraliserte sonene inklusive kobbersonene er lite kjent, spesielt nordover fra Skuterud. Utfra gamle rapporter øker bredden på det som kalles fahlbåndsoner og kan være kobberholdige til mer enn 100 meter ved Såstadgruvene og et stykke nord for disse, mens bredden er ca. 50 meter nord for Svartfjell.

Gruveselskapet *Berkut Minerals Ltd.* gjorde undersøkelser i Såstadfeltet høsten 2017 og boret blant annet 7 kjerner over malmsonene (Berkut 2018). Seks av kjernene gikk gjennom kobolt-holdig mineralisering med bredder på 4 til 18 m med rikere partier som 2 m @ 0.12 % Co, 0.11 % Cu, 1 m @ 0.16 % Co, 1.5 m @ 0.10 % Co, 0.47 % Cu, 1.5 m @ 0.09 % Co, 0.5 m @ 0.15 % Co, 0.46 % Cu (Berkut 2018).

Koboltsonen på østsiden av Snarumselva har kun vært befart og undersøkt i forbindelse med malmdatabasearbeid. Lite data finnes om dette feltet foreløpig.

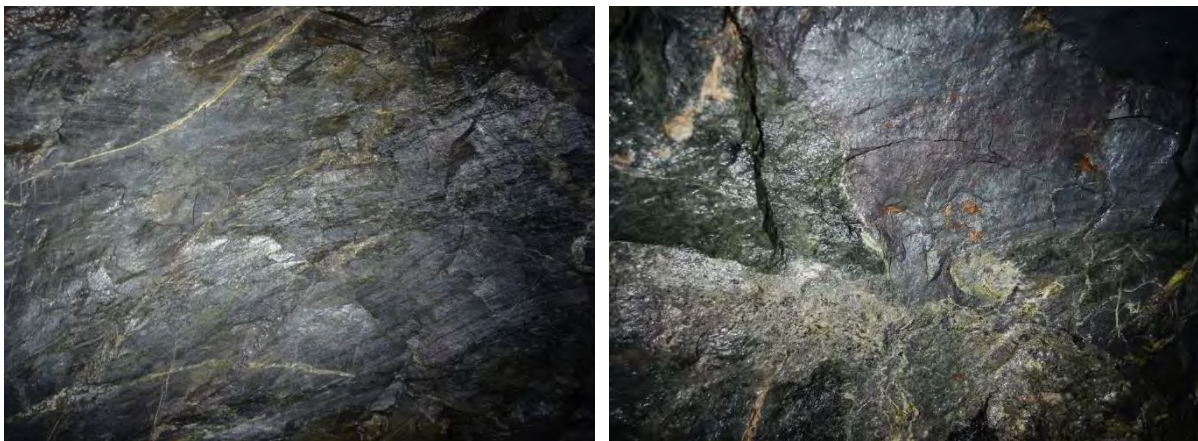
Jern – Fe



Den viktigste jernforekomsten innenfor Kongsberg-Modum komplekset er Hasselgruvene som var i drift i perioden 1649-1855 og med mindre aktivitet fram til 1870-årene. Totalt ble det utvunnet 507 000 tonn jernmalm som inneholdt ca. 40 % Fe (Egge 1920a, Holmsen 1962). *Hassel Jernverk* som lå på Skotselv var tilknyttet jerngruvene. Gruvene ligger på Gruvåsen på vestsiden av Drammenselva 2,5-3 km sør for Åmot sentrum. Det har her vært drift på jernmalm over en samlet lengde på mer enn 1 km (Olsrud 1935, Heltzen 1953).

Figur 22: Den fyrsatte grunnstollen inn i Hasselgruvene (foto: T. Bjerkgård)

Forekomsten består i hovedsak av tre større malmlinser som ligger etter hverandre langs kontakten til metagabbro. Det meste av malmen ble tatt ut i den sentrale delen av gruvedfeltet over en lengde på ca. 250 meter; både fra dagstrosser og synker som er knyttet sammen på dypet og med en grunnstoll på 50 meters dyp (Figur 22, Figur 23). Dagstrossene har lengder på 15-30 m i N-S retning og er 3-5 m brede. Bredden på malmlinsene varierer fra 2 til 4 m i snitt. Malmen er semimassiv til massiv og består av meget finkornet (ca. 0.1 mm) hematitt og magnetitt (Figur 23). Den er ofte skifrig som følge av orienterte hematittkrystaller. Malmen opptrer i yttergrensen av et stort gabbromassiv som dekker hele åsen. Gabbroen er generelt massiv, men er kraftig deformert langs kontakten til jernmalmen.



Figur 23: Malmsoner inne i en av strossene i Hasselgruvene. til venstre: massiv båndet hematitt-magnetittmalm, til høyre: Massiv, dels breksjert magnetittrik malm med epidotrike soner (foto: T. Bjerkgård)

Flere registreringer av jernmineraliseringer finnes i tillegg innenfor Kongsberg-Modum komplekset. Det har vært mindre drift i noen av disse med levering til *Hassel jernverk*. Ca. 3,5 km sør for Hasselgruvene ligger Ullandåsen som består av hematitt-magnetitt breksjemalm. I tilknytning til magnesitt-serpentinitt gruvene på Snarum finnes mindre mineraliseringer av hematitt (se avsnitt om magnesitt under industrimineraler). Vest for koboltgruvene på Modum

finnes flere små jernmineraliseringer av ulike typer; gangforekomster med hematitt, hematittmineraliseringer i forbindelse med magnesitt som på Snarum og små sedimentære jernmineraliseringer.

Jernforekomstene er for små til å ha noen framtidig økonomisk betydning.

Jern-titan-apatitt – Fe-Ti-P

Jern-titan mineraliseringer forekommer i gabbro i flere områder innenfor Kongsberg-Modum komplekset. De kan også føre større mengder apatitt (se avsnitt om apatitt under industrimineraler). Den viktigste provinsen finnes mellom Krekling og Skollenborg, øst for Kongsberg (se avsnitt om apatitt).

Spissholt, som ligger ved Krekling 5 km øst for Kongsberg, er den største registrerte forekomsten. Den har lenge vært kjent og trolig var det forsøksdrift på denne allerede på 1600-tallet (Smith 1911, Horvath 1944). Hovedgruva består av en dels vannfylt dagskjæring med 10 x 10 m lange og opptil 3-4 m høye vegger. I bruddet dominerer fin- til middelskornet metagabbro med jernoksider dels tilnærmet massiv til kraftig disseminasjon. Oksidene består i hovedsak av ilmenitt og magnetitt. I tillegg er apatitt vanlig sammen med jernoksidene (opptil 10 % apatitt i prøver). Den totale mektighet på jernoksidmineraliseringen er beregnet til mer enn 3 m.

Liknende jern-titan mineraliseringer med apatitt i gabbro finnes også lengre nordover ved Kolsrud/Gullaksrud og Stormyra, ca. 4,5 km vest for Hokksund (Smith 1911). Holtefjell består i hovedsak av gabbro som gir høye magnetiske utslag ved de geofysiske målingene og bør også ha et potensial for Fe-Ti mineraliseringer. En mindre registrering, Vestby skjerp er bekreftet i den nordligste delen Holtefjell. Den er anrikt på magnetitt og ilmenitt, men har svært lavt innhold apatitt.

Bergsetra som ligger ved Gruvtjenna ca. 8 km NNØ for Krøderen er jern-titan mineralisering som skal ha levert malm til *Soknedal jernverk* som var i sporadisk drift i perioden 1750-1800. En mindre dagskjæring og synk ligger på toppen av en kolle. Malmen består av aggregater og disseminasjon av finkornet magnetitt og ilmenitt i en breksjert, gabbroisk bergart.

Ingen av de omtalte forekomstene er store nok til å ha noe økonomisk potensial. Men potensialet for apatitt burde undersøkes bedre (se også avsnitt om apatitt).

Molybden - Mo

Det er kun en molybdenforekomst innenfor prosjektområdet. Dette er forekomsten Sluggås like sør for Korbu mellom Saggrenda og Meheia. Det er her en liten røsk, ca. 3 m lang, 2,5 m bred og inntil 1 m dyp i kvartsporfyre. Mineralisering er knyttet til en sone med klorittisering med slire av flusspat, spredte 1-3 mm pyritt-kuber og noe kobberkis. Lokalt er det aggregater av arsenkis. Det er også mm-tykke sprekkeflater med en film av molybdenglans i tillegg til større enkeltkorn. Mineraliseringen er tydelig knyttet til tynne årer som gjennomsetter foliasjonen i kvartsporfyren. Mot nord og nordvest kan mineraliseringen følges ca. 100-200 m i form av spredte stikk gjennom kvartsporfyren med film av molybden på flatene. To analyser fra skjerp viser 77 og 5290 ppm Mo, 0.07 og 0.20 % Cu, 0.96 og > 1.0 % As, 92 og 95 ppm Sn og 22 og 41 ppm W. Forekomsten er altfor liten til å være av økonomisk interesse.

Nikkel – Ni

Historikk

De viktigste nikkelforekomstene finnes på Ringerike og ved Prestfoss i Sigdal. Nikkelkobbermalmen på Ringerike ble først drevet på kobber i perioden 1688-1716 og deretter for produksjon av vitriol (kobbersulfat og svovelsyre), brunrødt pigment og koboltblå farge. I 1837 ble det oppdaget at malmen inneholdt nikkel og selskapet *Ringerike Nikkelverk A/S* ble dannet (Mathiesen 1977b). Gruvedrift startet i 1849 og varte til 1920, da *Ertelien gruber*, som sto for nesten all produksjon, ble nedlagt.

Hvor mye som ble produsert ved *Ertelien gruber* er usikkert. I NGUs malmdatabase er det angitt en produksjon basert på gamle rapporter på 280 000 t med 1 % Ni og 0.8 % Cu. Reddick Consulting Inc. (2009) angir en produksjon på 400 000 t med 1.04 % Ni, 0.69 % Cu og 0.17 % Co, men oppgir ingen referanse til disse tallene. Størrelsen på tipphaugene ved gruvene er langt større enn 3-400 000 t, slik at disse produksjonstallene uansett må være forprosessert malm. Fra 1849 til 1909 ble malmen (omtrent 110 000 t) prosessert og smeltet ved et verk ved elva nedenfor Væleren (Figur 24) og i perioden 1912-1920 ved et smelteverk på Åsterud, der ca. 170 000 t malm ble prosessert.



Figur 24: Del av slagghaugene etter smeltingen av nikkelmalm ved Væleren (foto: T. Bjerkgård).

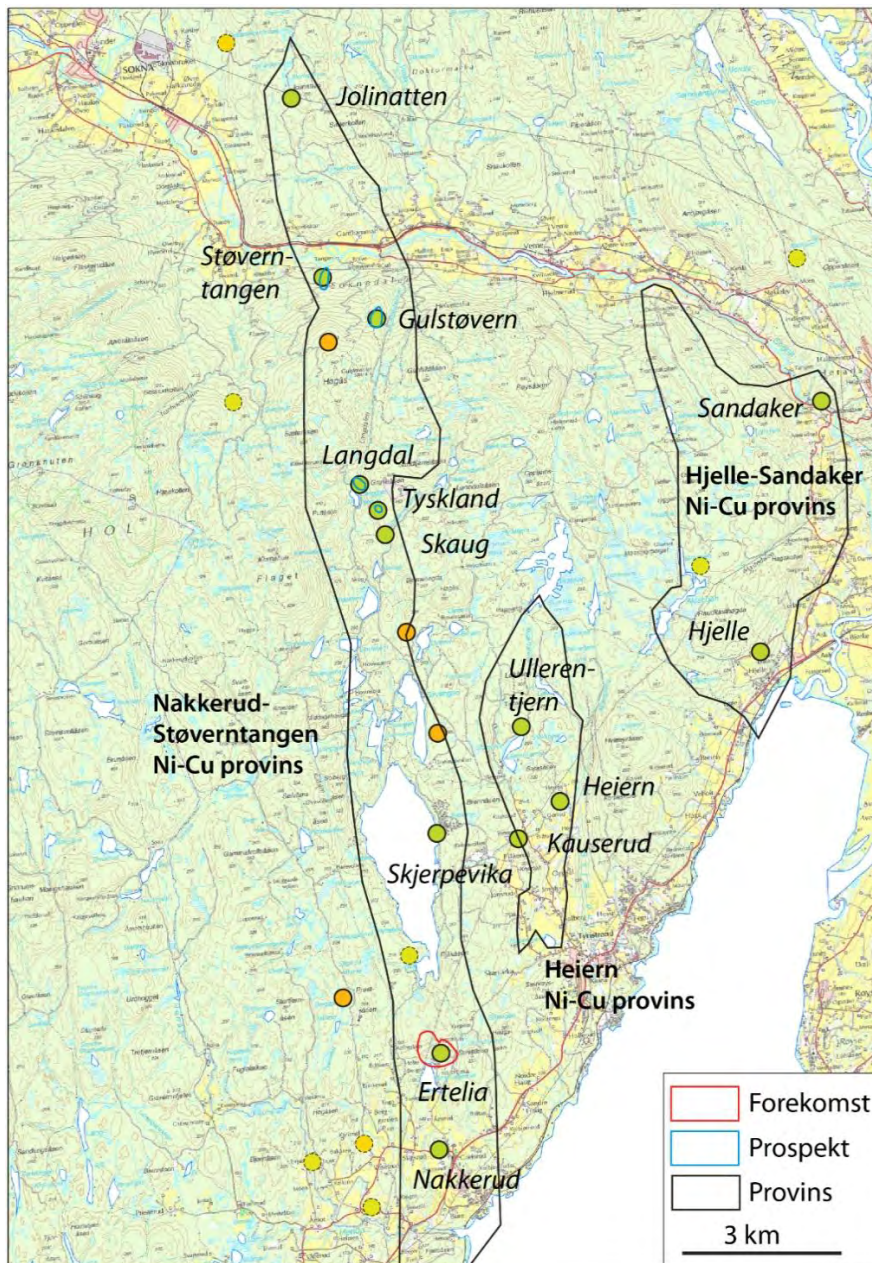
Mindre enn 10 000 t malm ble produsert ved de andre gruvene i distriktet, hvorav 8-9 000 t kom fra *Langedalsgruva*, og noen få hundre tonn fra gruvene *Tyskland*, *Støverntangen* og *Gulstøvern*. Omtrent 7 300 t av dette ble produsert ved et lite smelteverk i Soknedalen.

I Sigdal er det nikkel-kobber forekomster på Grågalten, ca. 3 km sør for Prestfoss ved Soneren og Ramstad ca. 3.5 km nord for Prestfoss (Figur 33). Forekomstene ble funnet rundt 1870 og drevet i en kort periode mellom 1874 og 1877. Omtrent 8 000 t malm, det meste fra Grågalten, ble prosessert ved et smelteverk som lå ved elva i Prestfoss. Dette gav ca. 50 t med nikkel metall (Poulsen 1942).

Ifølge Poulsen (1942) skal gruva på Grågalten ha vært lenset for vann i 1916 med tanke på ny drift og i 1918 ble det tatt en god del prøver fra tipphaugene med malm. Disse prøvene viste

en gehalt 0.70-0.75 % Ni og 0.55-0.60 % Cu, noe som ble vurdert til ikke å være lønnsomt (Rosenlund 1918a). Noen undersøkelsesarbeider ble utført på begynnelsen av 1940-tallet av Olaf K. Dokken, blant annet inndrivelse av grunnstoll til gruva (Dokken 1941, Poulsen 1942), samt en magnetometrisk undersøkelse som ikke ga noen resultater (Poulsen 1943).

Nikkelforekomstene på Ringerike



Figur 25: Ni-Cu provinsene i Holleia med de viktigste mineraliseringene navngitt. Forekomster som det ikke finnes opplysninger om er i lysegrønt med stiplet omriss. Kis- og basemetallforekomster er i oransje.

Forekomstene i Holleia på Ringerike finnes vesentlig i tre provinser, benevnt Nakkerud-Støverntangen, Heiern og Hjelle Ni-Cu provinser (Figur 20). Ertelia er den eneste forekomsten der det har vært større gruve drift, andre forekomster med beskjeden drift er Langedalen, Tyskland, Støverntangen og Gulstøvern.

Karakteristisk for Ni-Cu mineraliseringene i distriktet er at de opptrer langs grensene til kropper av noritter, gabbroer eller amfibolitter, som har intrudert i de sterkt deformerte og metamorfoserte sedimentene og vulkanittene.

Tabell 3: Gjennomsnittsgehalter i nikkelforekomstene på Ringerike, basert på prøver innsamlet i prosjektet og til malmdatabasen.

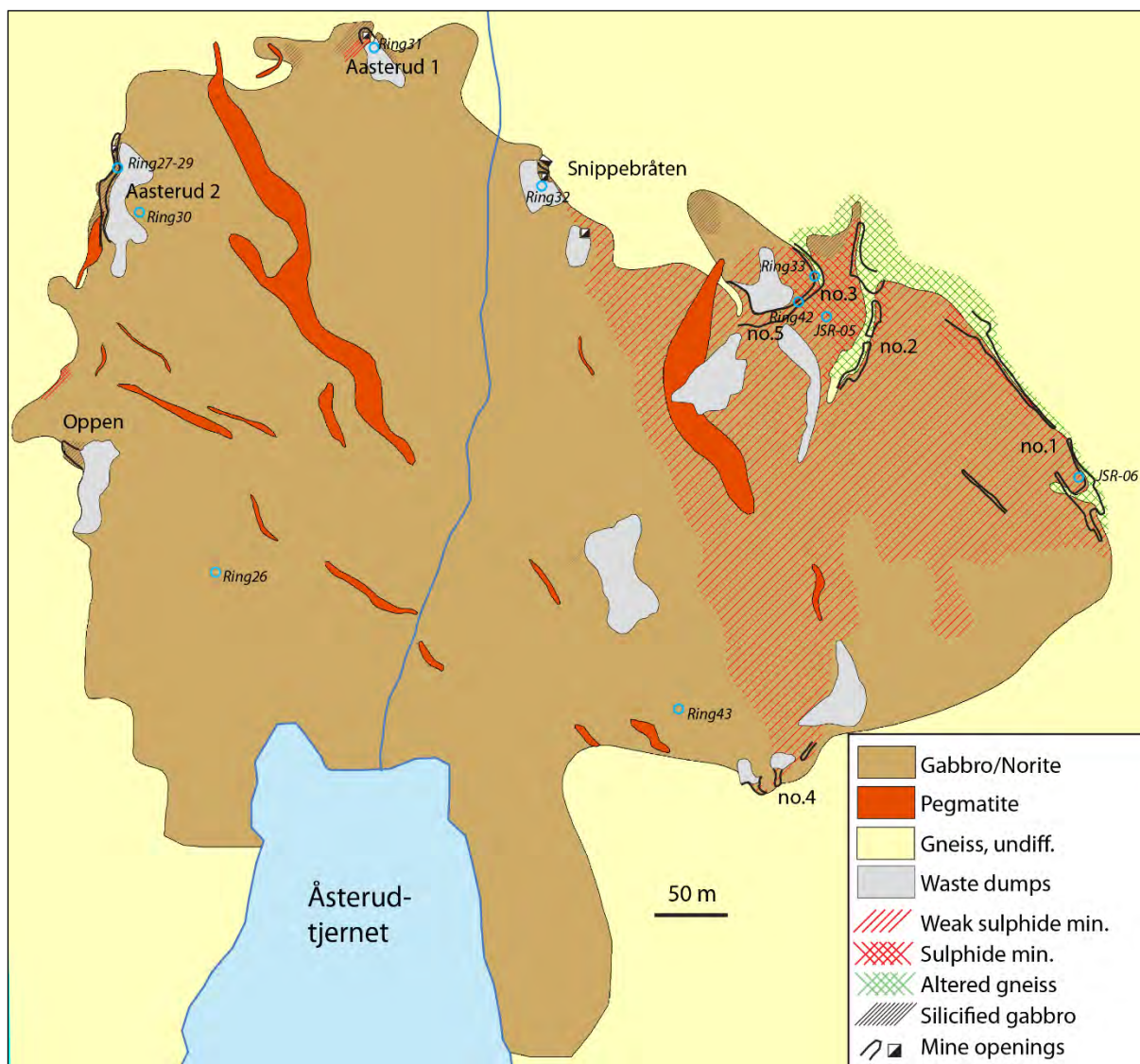
Forekomst	Prøver	Provins	Ni	Cu	Co	Au	Pt	Pd
Jolinatten	2	N-S	0.18, 0.28	0.09, 0.18	133, 150	0.02, 0.06	0.02, 0.04	0.14, 0.22
Støverntangen N	6	N-S	1.06	1.03	722	0.04	0.09	0.14
Støverntangen S	5	N-S	0.61	0.89	737	0.11	0.02	0.05
Gulstøvern	2	N-S	0.22, 1.10	0.22, 2.24	125, 391	0.06, 0.15	0.01, 0.02	0.07, 0.20
Langdalen	7	N-S	0.54	0.66	291	0.10	<0.01	<0.01
Tyskland	2	N-S	0.33, 0.60	0.47, 0.49	235, 344	0.06, 0.08	<0.01	0.01, 0.03
Skauggruvene	7	N-S	0.69	1.30	549	0.33	<0.01	0.02
Skjerpevika	2	N-S	0.80, 1.83	0.07, 0.78	409, 875	0.17, 0.23	<0.01	0.05, 0.26
Ertelia	12	N-S	0.87	0.94	550	0.11	<0.01	0.05
Ullertjern	2	H	0.14, 0.30	0.12, 0.36	302, 652	0.01, 0.01	<0.01	<0.01, 0.04
Heiern	2	H	0.14, 0.17	0.12, 0.25	332, 416	0.01, 0.04	<0.01	<0.01
Hjelle	2	H-S	0.63, 0.77	0.86, 2.30	414, 477	0.03, 0.25	<0.01	0.04, 0.10
Sandaker	1	H-S	0.03	0.02	28	<0.01	<0.01	<0.01

Gjennomsnitt for forekomster med mer enn 3 prøver. Ni og Cu i %, resten ppm. N-S: Nakkerud-Støverntangen provins, H: Heiern provins, H-S: Hjelle-Sandaker provins.

Det er innsamlet ca. 50 prøver av de forskjellige mineraliseringene i prosjektet og tidligere til NGUs malmdatabase (Tabell 3). Analyser viser at nikkel-innholdet i forekomstene typisk er 0.6-1%, kobberinnholdet 0.5-2 % og innhold av kobolt 0.03-0.05 %. Innhold av gull og PGE er generelt svært lavt i de mest typiske mineraliseringene.

Nakkerud-Støverntangen provins omfatter et 23 km langt N-S gående belte hvor det finnes ca. 10 Ni-Cu gruver, skjerp og mineraliseringer som opptrer langs kanten av store og små kropper av mafiske bergarter, samt langs nærliggende sprekkesoner (Figur 20). Kroppene opptrer i omvandlete vulkanske bergarter, nå båndete gneiser, som fører mange fahlbåndsoner (rustskifre) med impregnasjon av finkornet svovelkis og magnetkis. De viktigste kroppene fra sør til nord omfatter de mineraliserte norittene ved *Nakkerud skjerp*, *Ertelia gruve*, *Tyskland gruve* og *Langedal gruve* og sprekkebundne malmer i *Skaug gruver* sør for *Tyskland gruve* og *Støverntangen* og *Gulstøvern gruver* rett sør for Sokna (Charteris 1963, Vokes og Vrålstad 1969).

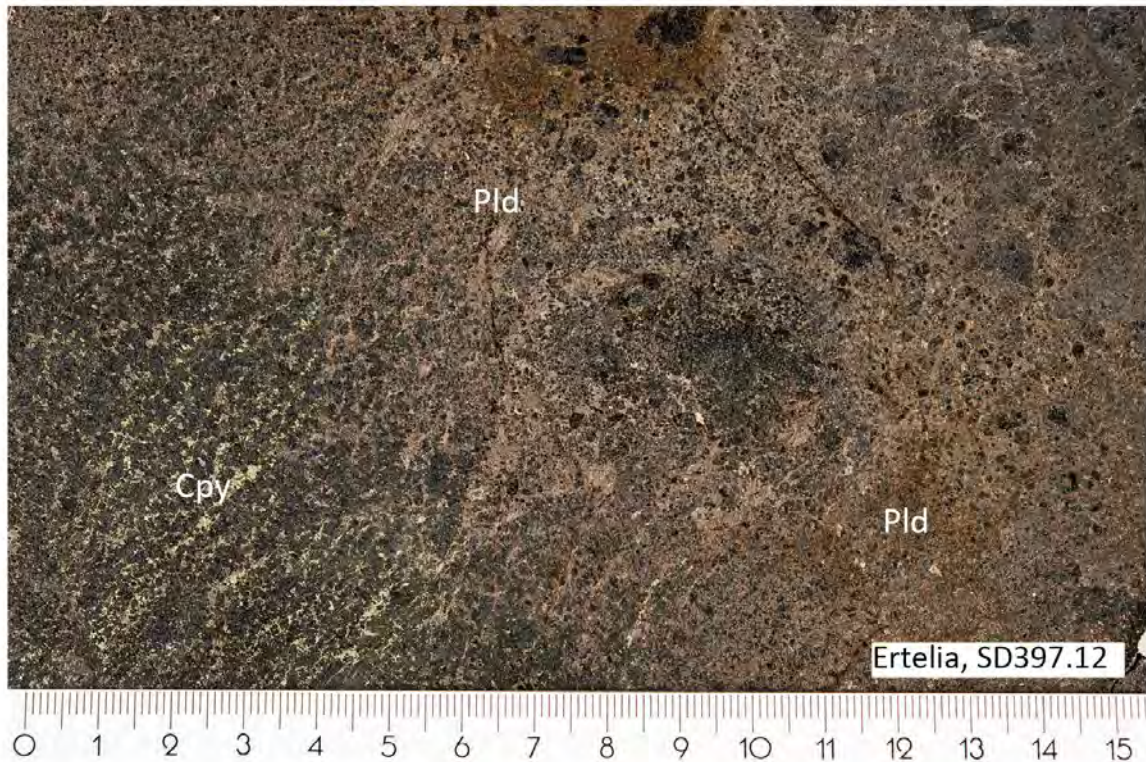
Driften ved *Ertelia gruver* på nikkel i regi av *Ringerike Nikkelverk* var mellom 1849 og 1920. 270 000 t håndskedet nikkelmalm ble produsert (Mathiesen 1977b). Det finnes i dag 10 større dagbrudd og sjakter som er drevet ned til mer enn 270 meters dyp i kontaktsonen av en mafisk, stokkformet kropp som gjennomsetter båndete gneiser av vulkansk opprinnelse (Figur 21). Den mafiske kroppen har i overflaten et uregelmessig omriss med tverrmål på 450 m i N-S retning og 600 m i Ø-V retning. Kroppen omfatter flere typer av mafiske bergarter som hovedsakelig omfatter olivin-noritt og noritt, samt mindre partier av forskjellige typer gabbro og hornblende-peridotitt som finnes langs den nordlige kontakten.



Figur 26: Geologisk kart over Ertelia nikkellgruver. Sammentegning basert på data fra Charteris (1963). Prøver tatt av NGU er markert med blå sirkler og numre.

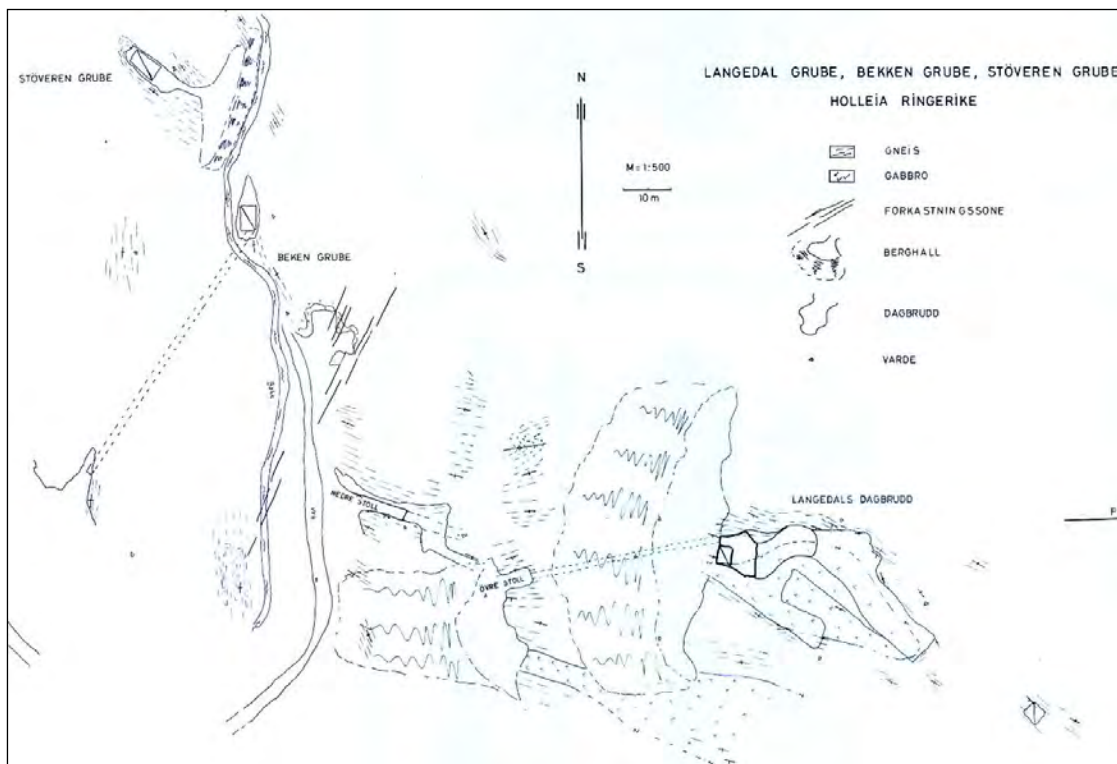
De rikeste Ni-Cu malmene opptrer langs nordøst-kontakten av norittkroppen, hvor malmer av massive Ni-sulfidmalmer gradvis innover i norittkroppen glir over i mer fattige impregnasjonsmalmer med lavt innhold av Ni-magnetkis, kobberkis og svovelkis (Boyd og Nixon 1985). Utover i omgivende gneiser graderer massivmalmene over i malmer med varierende Ni- og Cu-innhold hvor kismineralene fyller hulrom og sprekker i oppknuste gneiser langs kontakten. Massivmalmen består av ujevnt fordelt magnetkis med pentlanditt og kobberkis i en matriks av pyroksen, amfibol og plagioklas (gabbroisk sammensetning, Figur 27).

På grunnlag av kjerneboring i perioden 1963-1979 av *Sulfidmalm AS/Norsk Hydro AS* og videre boring i perioden 2006-2008 av *Blackstone Ventures inc./Sulfidmalm AS* er det nå en antatt NI 43-101 klassifisert ressurs på 2.7 Mt med 0.83 % Ni, 0.69 % Cu og 0.06 % Co i Ertelia. Denne ressursen finnes i området rett under de gamle gruverommene (Ofte 2012).



Figur 27: Nikkel-kobber-mineralisering i metagabbro, Ertelia. Magnetkisen er nikkelholdig (pentlanditt, Pld). Pentlanditt og kobberkis (Cpy) er ujevnt fordelt i bergarten (foto: Sven Dahlgren).

Langedalsgruvene ble drevet under Ringerike Nikkelverk og var den nest største gruva i det gamle verket som var i drift mellom 1879 og 1920. Likevel ble det kun tatt ut 8-9000 tonn malm fra Langedal. På 1700-tallet var det drift på kobber i de øvre delene av forekomsten.



Figur 28: Kartskisse over Langedalsgruvene, fra Vokes og Vrålstad, 1969.

Gruva ble dels drevet som dagbrudd i de øvre deler og dels underjordsdrift under dagbruddet (Figur 28). Dagbruddet er 55 meter langt og ca. 10 m bredt. De vestligste 20 meter har en dybde på 10-15 m og en stoll med ukjent lengde kan sees i bunnen lengst øst her. De neste 35 meter er grunnere (ca. 5 meter) og bøyer mot sørøst. Driftene ligger langs den nordlige kontakten mellom en gabbrokropp og de omgivende båndede gneiser og det er således tydelig at mineraliseringen har vært konsentrert her. Den norittiske gabbrokroppen er deformert og ligger konkordant som en linseformet kropp i gneisene, ca. 50 m lang Ø-V og inntil 20 m bred.

Mineraliseringen består av magnetkis med mindre mengder kobberkis og pyritt (Figur 30). Det er også lokalt en del magnetitt. Nikkel opptrer i form av pentlanditt, sammen med magnetkis. Sulfidene opptrer i form av cm til flere dm tykke årer, typisk i flere retninger, nærmest årenettverk som opptrer i en bergart dominert av kvarts, amfibol og granat. Noe plagioklas opptrer stedvis.

I 2004 ble området målt geofysisk med fly av NGU på oppdrag for *Sulfidmalm AS* (eid av *Falconbridge*) og 9 kjerneboringer ble gjort i forekomsten i 2006-2007 av *Blackstone Ventures inc.* Boringen definerte en nær kontinuerlig sone av Ni-Cu-rike sulfidårer i gneisene med mektighet opptil 2-3 meter. De har en lengde på minst 150 m og går til dyp mer enn 200 m og er ikke avgrenset. Analyser viste 0.3-2.0 % Ni og 0.6-1.9 % Cu. En av kjernene (LN07-09) inneholdt i tillegg 0.5 m med 150.2 g/t Au, 0.4 g/t Pt og 0.53 g/t Pd (Figur 29).



Figur 29: En ca. 10 cm tykk kvartsåre med synlig gull i omvandla noritt ble oppdaget i borekjerne LN 2007-09 ved 138,80-139,01m dybde (kjernen skjærer på skrå gjennom gullåra) i en boring som ble foretatt etter nikkell av Blackstone i 2007 på Langedal nikkell-forekomst. Gullet forekommer i en mengde korn på størrelse på opptil 1mm, og noen av dem er vist med pil (Au). I åra forekommer også magnetkis (Po) som inneholder inneslutninger av vismutminerale. Magnetkisen inneholder litt nikkell (foto: Sven Dahlgren).



Figur 30: To teksturer fra nikkel-kobber-mineralisering i metanoritt, Langedal. Langedal 1 (øvre foto): Nikkelholdig magnetkis, pentlanditt (Pld) er disseminert i bergarten, mens kobberkis (Cpy) og pyritt (Py) har en tendens til å opptre i mindre årer. Langedal 2 (nedre foto): Typisk mineralisering med disseminert pentlanditt (Pld), og kobberkis / pyritt (Cpy/Py). Foto: Sven Dahlgren.

De andre gruvene i denne provinsen hvor det har vært noe større drift på nikkel er *Støverntangen* og *Gulstøvern*. Men NGU har ingen opplysninger om driften i disse (men sannsynligvis samtidig med drift på Langedalen). Analysedata for disse forekomstene er gitt i Tabell 3.

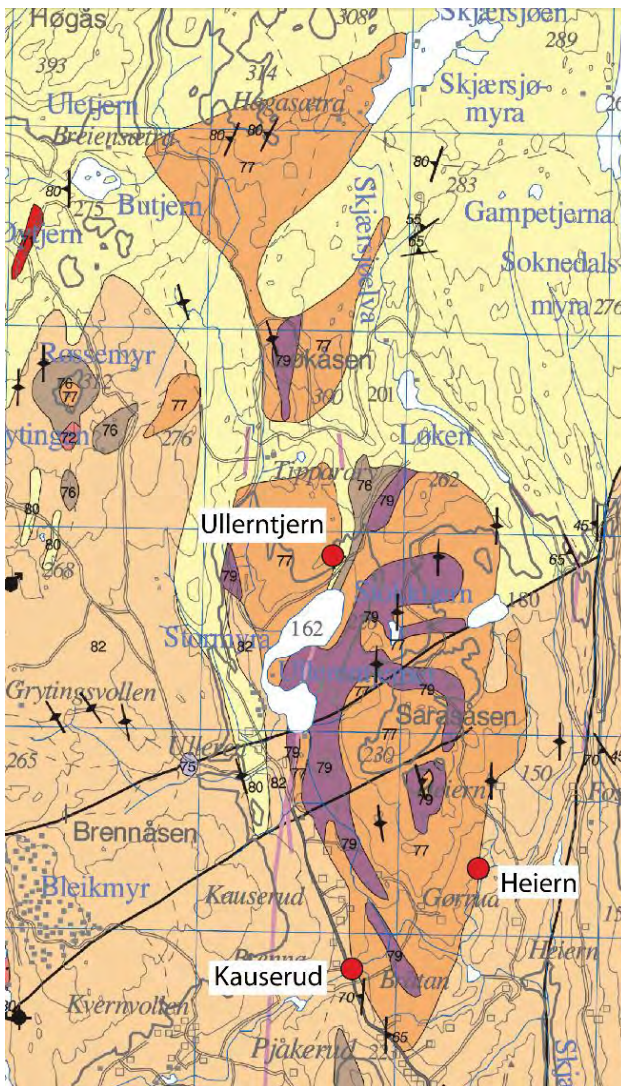
Hjelle-Sandaker provins omfatter et 8 km langt N-S gående belte med noen små Ni-Cu gruver/skjerp. Disse opptrer på strekningen mellom Hjelle like SV for Ask ved NV-enden av Tyrifjorden og nordover til Sandaker hvor riksvei 7 krysser Sokna og muligens videre til Halsteinrud 3 km lengre nord (Figur 25). Gruvene er anlagt på malmer langs grensen av små mafiske kroppar som opptrer i gneiser av sedimentær opprinnelse. Gneisene fører mange rustsoner med finkornet impregnasjon av hovedsakelig svovelkis og magnetkis. Området er dårlig undersøkt grunnet at store arealer er dekket av løsmasser (Ryan 1972).

Svært lite er kjent om drift ved *Hjelle gruve*. Den er omtalt av A.L. Rosenlund etter en befarings i 1918 (Rosenlund, 1918b). Rosenlund tok 9 prøver av malmen som holdt 0.61-1.95 % Ni og <0.15-1.30 % Cu. 4 prøver tatt av impregnert noritt på tippaugen holdt 0.28-0.40 % Ni og 0.08-0.10 % Cu. Gruva eller skjerp består av en ca. 20 m lang skjæring mot SV (Figur 31). Denne er 2-3 m bred ved inngangen og inntil 6-7 m bred innerst. Skjæringen er i stor grad gjenfylt med større stein. Tippvolumet er omlag 350 kbm. I vestveggen innerst i skjæringen er det flere linser, noen dm-tykke, med dels semimassiv, finkornet pyrrhotittdominert mineralisering. Tilsvarende finnes i malmblokker på tippaugen (Figur 31). Total mektighet på malmsonen her er ~2 m. I østveggen er det kun en 10-15 cm tykk slire. To prøver tatt i dette prosjektet inneholdt 0.63 % og 0.77 % Ni, 0.86 % og 2.30 % Cu, 0.04 % og 0.05 % Co (Tabell 3).



Figur 31: Hjelle gruve/skjerp sett mot NØ. Bildet over viser typisk malmstoff fra skjerp (høyde ca. 20 cm). Foto: T. Bjerkgård.

Ifølge rapporter og NGUs database skal det også være en nikkelforekomst nord for Aklangen med navn Aklangen eller Lerbergseter (Figur 25), men denne ble ikke funnet under dette arbeidet. Bergartene her er i stor grad migmatittiske, kvarts-feltspatrike gneiser. Nord for Soknedalen og Hallingby skal det også være en forekomst, men denne er ikke funnet. Bergartene her skal være paragneiser, og det er ikke markert noen intrusjoner.



Heiern provins omfatter en uregelmessig, men generelt linseformet mafisk-ultramafisk kropp som er opptil 1.5 km bred og mer enn 3.5 km lang i N-S retning (Figur 24). Kroppen opptrer på grensen mellom omvandlete paragneiser i nord og gneiser av vulkansk opprinnelse i sør og vest. Kroppen består av leukonoritter med mindre soner av kromittførende ultramafiske bergarter, i hovedsak peridotitt som er serpentinisert.

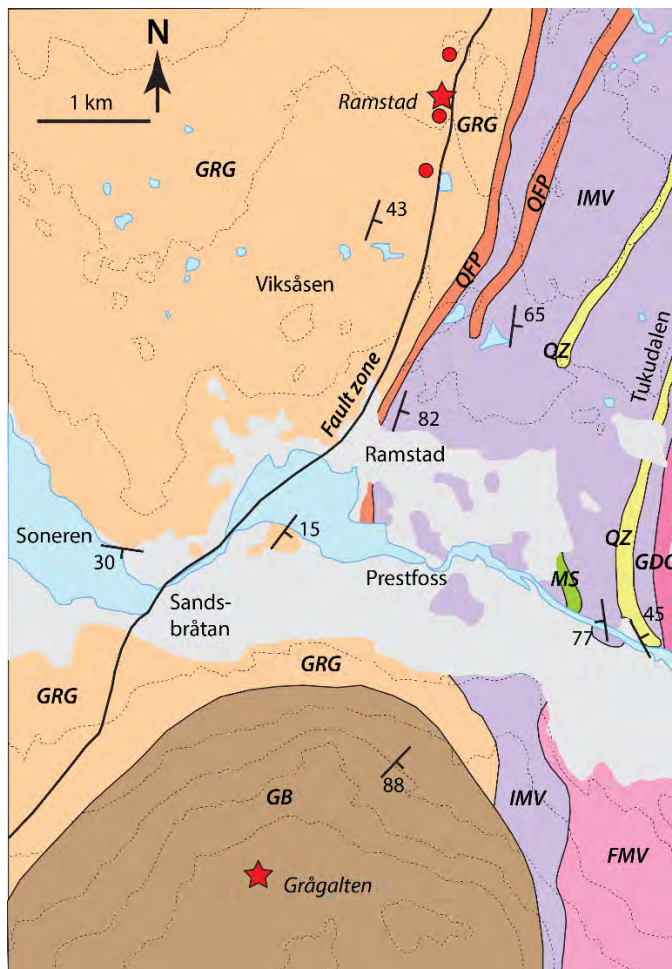
Figur 32: Utsnitt av 1:50000 kart Hønefoss (Zwaan og Larsen 2003) med Heiern-komplekset. Fiolett (79) er peridotitt, oransje (77) er gabbro (noritt), brun (76) er amfibolitt, lys gul er metaarkose og lys oransje er gneis av vulkansk opphav. Røde sirkler viser de kjente nikkelskjerpene tilknyttet komplekset.

Området er dessverre sterkt overdekket av kvartære løsmasser (morene) og er derfor dårlig undersøkt (Charteris 1963; Vokes og Vrålstad 1969; Johannessen 1976).

Det er kjent tre mineraliseringer i utkanten av kroppen, hvorav to har vært befart og prøvetatt i prosjektet. To prøver tatt fra *Ullerntjern skjerp* gir 0.14 og 0.30 % Ni, 0.12 og 0.36 % Cu og 0.03 og 0.07 % Co og to prøver fra *Heiern skjerp* gir 0.14 og 0.17 %

Ni, 0.12 og 0.25 % Cu, samt 0.03 og 0.04 % Co (Tabell 3). Den tredje mineraliseringen, ved Kausrud, er overdekket i forbindelse med en anleggelse av en bro over elva.

Nikkelforekomstene i Sigdal



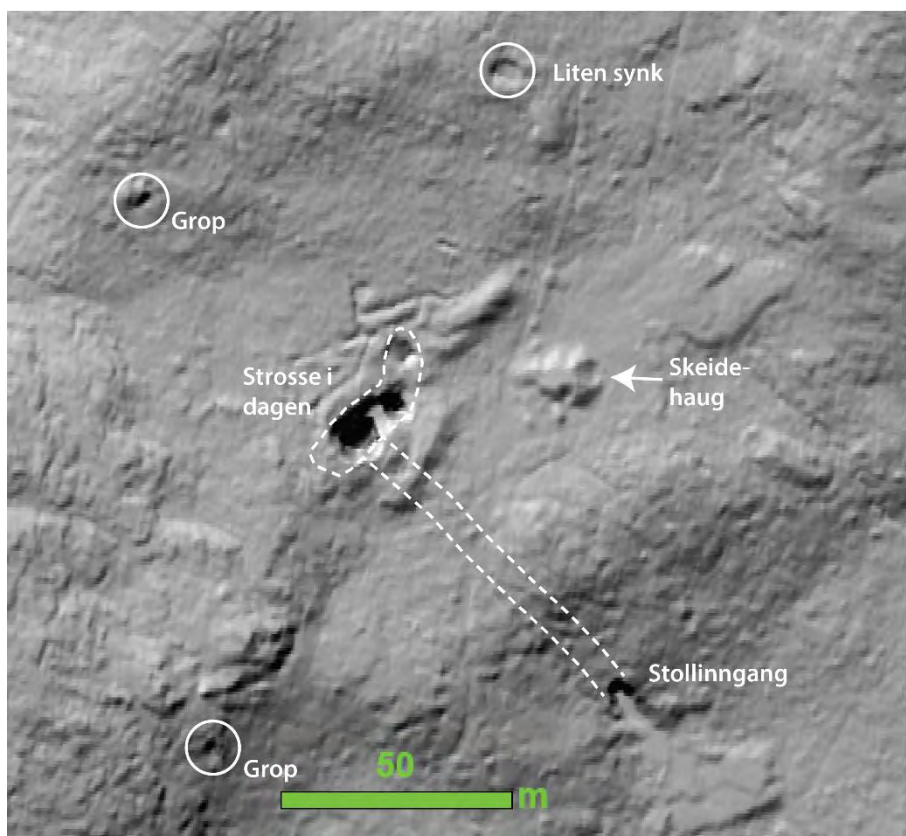
I Sigdal er det nikkel-kobber forekomster på Grågalten, ca. 3 km sør for Prestfoss ved Soneren og Ramstad ca. 3.5 km nord for Prestfoss (Figur 33). Det var beskjeden drift i disse i en kort periode på 1870-tallet (se over).

I 2005 fikk *Sulfidmalm A/S* undersøkt Sigdalsdistriktet med helikopter-geofysikk i form av EM og magnetometri (utført av NGU og Fugro). En EM anomali assosiert med gruvene på Grågalten ble deretter undersøkt med to kjerneboringer. Bare en av boringene skar gjennom mineralisering: 0.66 m med 0.62 % Ni, 0.67 % Cu, 0.06 % Co, 3.5 g/t Au og 0.45 m med 0.94 % Ni, 0.88 % Cu, 0.04 % Co, <0.1 % g/t Au (BH ER2006-13, Blair, 2006).

Figur 33: Utsnitt av 1:100 000 berggrunnskart - Kongsberg litotektoniske enhet (Viola m.fl. 2016) som viser nikkel-forekomstene nord for Ramstad og på Grågalten (røde stjerner og sirkler). Forkortelser: GRG - granitisk gneis, GDG - granodiorittisk gneis, GB - gabbro, IMV - intermediær vulkanitt, FMV - felsisk vulkanitt, QFP - kvartsfeltspatporfyr, QZ - kvartsitt, MS - glimmerskifer.

Grågaltenforekomsten befinner seg i den nordligste del av et meget langstrakt kompleks dominert av gabbroiske bergarter som strekker seg helt til Vinoren vest for Numedal, en strekning på mer enn 30 km. Hoveddriften på *Grågalten* består av en ca. 20 m lang og opptil 7-8 m bred dagstrosse og synk som skal være inntil 28 m dyp (fylt med vann til ca. 15 m under dagen, Figur 34). Malmen er drevet over en lengde på 68 meter. Fra sørøst leder en stoll på 76 meter inn i strossa. Omtrent 60 m mot nord fra hoveddriften er det en annen, mindre synk, men denne er bare 6 m dyp. Det er også to små skjerp, henholdsvis 60 m mot NV og 80 m mot SV, fra hoveddriften.

Det er et bergfeste midt i skjæringen hvor malmen er blottlagt over en bredde på 5-6 m. Malmen her består av finkornet pyrrhotitt-kobberkis impregnasjon/semimassiv mineralisering i mørk amfibolrik matriks (Figur 35).



Figur 34: Lidarbilde som viser driftene på Grågalten.



Figur 35: Dagstrossa på Grågalten sett mot nord. Over en prøve av mineraliseringen tatt i bergfestet midt i strossa bestående av finkornet pyrrhotitt-kobberkis impregnasjon (Prøve K17-6). Foto: T. Bjerkgård.

Øst for hovedgruva ligger det en større skeidehaug (om lag 300 kbm) med malm bestående av typisk 3-10 cm store steiner. Det ble tatt 5 prøver av mineraliseringen på Grågalten som inneholdt 0.38-0.73 % Ni, 0.24-2.05 % Cu og 0.04-0.07 % Co. Dette er verdier i overens-

stemmelse med tidligere analyser. Boring utført av *Blackstone/Sulfidmalm AS* i 2006 fant en tynn sone (0.66 m) med litt over 1 % Cu+Ni og 3.5 g/t Au da de boret på en geofysisk anomali i fortsettelsen av de gamle driftene.

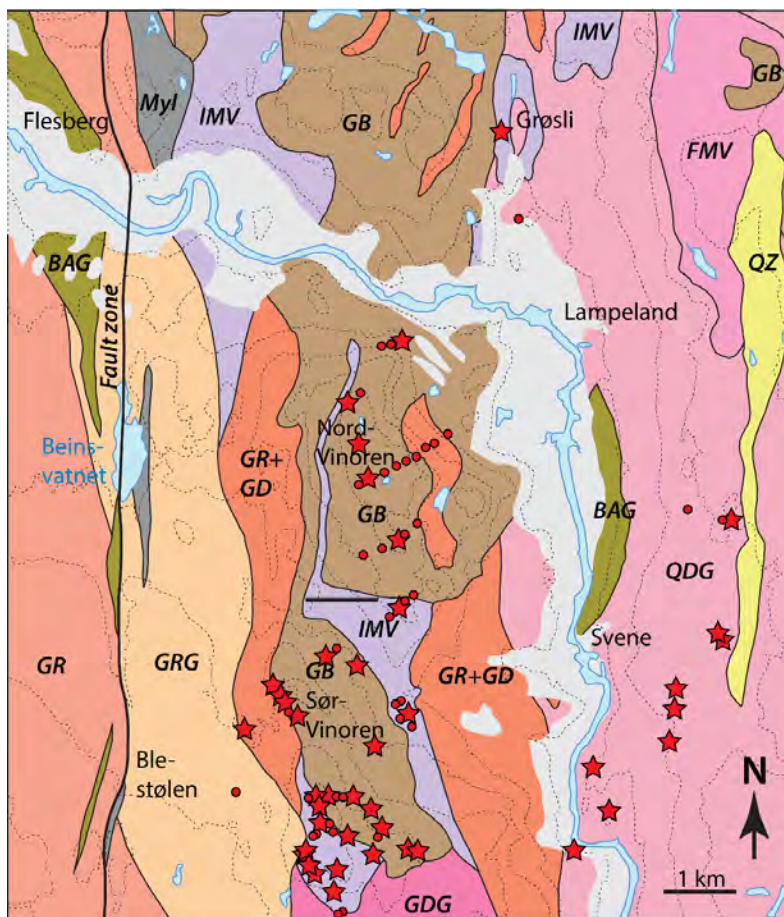
Ramstadfeltet nord for Prestfoss består av en rekke mindre drifter over en lengde på omtrent 1 km i N-S retning (Figur 26). I likhet med *Grågalten* var det gruvedrift her i perioden 1874-1877 og 1200-1300 tonn malm som gav 7 tonn nikkel ble produsert (Paulsen, 1942). Gjennomsnittlig gehalt var 0.5-0.6 % Ni, med et innhold på 2.6 % Ni i massiv malm. Nikkelinnholdet i prøvene tatt i dette prosjektet fra *Ramstadfeltet* varierer mellom 0.13 og 1.10 % Ni, kobberinnholdet er mellom 0.27 og 1.95 % Cu og mellom 0.01 og 0.08 % kobolt. De viktigste sulfidmineralene er pyrrhotitt, pyritt, kobberkis og pentlanditt. Sulfidmineralene opptrer i aggregater (0.5-1.5 mm) og irregulære linser og bånd i foliert metagabbro.

Potensial for nikkel tilknyttet gabbro på Knuten og Vinoren

Sølvforekomstene i Kongsberg opptrer i hovedsak der kalkspat-kvartsganger krysser de sulfidførende fahlbåndene, noe som antyder at det er en sammenheng mellom sulfider og avsetning av sølv. I motsetning til de fleste av forekomstene i Kongsbergdistriktet opptrer mange av sølvforekomstene i Vinorendistriktet nord for Jondalen (Figur 29) enten i eller langs kontakten til store gabbroiske intrusjoner. Det er også noen sølvforekomster i det store gabbromassivet nord for Jonsknuten og Jondalen. Dersom sølvet på Vinoren også er avsatt på grunn av reaksjoner med sulfider, så skulle dette innebære at en i disse gruveområdene skulle kunne finne sulfidforekomster og at disse eventuelt kunne være nikkelførende.

De største sølvforekomstene på Vinoren som opptrer i gabbro, samt noen av forekomstene i Jondalen/Knuten ble undersøkt og prøvetatt med tanke på sulfidinnhold. Det viste seg at det er sulfider i tilknytning til alle de forekomstene som ble befart. Sulfidene består overveiende av magnetkis med varierende mengder pyritt og noe kobberkis som opptrer i en matriks dominert som oftest av amfibol og kvarts, men ofte med noe biotitt og/eller muskovitt. Matriks representerer sannsynligvis i stor grad omvandlet og silisifisert gabbro. Sulfidene opptrer typisk i uregelmessige slirer/årer eller disseminert/impregnert i matriks.

De geokjemiske analysene viser at innholdet av nikkel i sulfidene er svært lavt (<0.001-0.10 %), mens det lokalt er noe kobber (opptil 0.5-1 %) sammen med jern-sulfidene. Innholdet av kobolt er typisk < 100 – 200 ppm, med unntak av to prøver fra *Nye Segen Gottes* som inneholder 313 og 470 ppm. Noen prøver er anriktet i sølv, sink og bly, men dette skyldes sannsynligvis tynne stikk med sølvmineralisering, som typisk også er anriktet i bly og sink. Konklusjonen blir at vi nok kan se bort fra at det er økonomisk interessante Ni-Cu mineraliseringer relatert til gabbro-kompleksene på Vinoren og Jondalen/Knuten-området.



Figur 36: Utsnitt av 1:100 000 berggrunnskart - Kongsberg litotektoniske enhet (Viola m.fl. 2016) som viser overveiende sølvforekomster på Vinoren vest for Lågen, samt i gneisene i Sveveområdet (røde stjerner - hovedgruver og sirkler - mindre gruver/skjerp). Forkortelser: GR - granitt, GD - granodioritt, GRG - granittisk gneis, GDG - granodiorittisk gneis, GB - gabbro, IMV - intermediær vulkanitt, FMV - felsisk vulkanitt, QDG - kvartsdiorittisk gneiss, QZ - kvartsitt, BAG - biotitt-amfibolgneiss, Myl - mylonitt. Grått er overdekning.

Nikkelpotensialet i regionen

På Ringerike er det en antatt ressurs på 2.7 Mt (NI 43-101 klassifisert) med Ni-Cu malm i Ertelia. I tillegg til dette er det en interessant mineralisering og anomali under de gamle driftene i *Langedalsgruvene*. Boring i 2006-2007 av *Blackstone Ventures inc.* viste en ikke avgrenset sone, minst 150 m i lengde og til et dyp over 200 m, som i tillegg har en gull-PGE sone.

Langs kanten av det mafisk-ultramafiske Heiern-massivet er det flere mindre mineraliseringer som ikke er fulgt opp. Komplekset er ellers sterkt overdekket og burde vært undersøkt med moderne geofysiske metoder (som TEM).

I området ved Hjelle er det også svært overdekket, slik at potensialet er ukjent. Det skal ha vært avdekket mineraliseringer lenger nord for den kjente mineraliseringen, men disse er nå gjengrodd. Her kunne det nok også vært gjort mer moderne geofysikk.

Ingen av forekomstene i Sigdal har indikasjoner som tyder på at de er av større utstrekning. Grågalten-området burde imidlertid antakelig undersøkes mer, særlig med bakkegeofysikk over større deler av intrusivkomplekset.

Bly, sink – Pb, Zn

Grøsligruva

Grøsligruva, omtrent 3 km ovenfor Lampeland, består av en dagåpning/skjæring i østsiden av lia, om lag 25 x 15 meter i omriss (Figur 37). Dybden på skjæringen er fra 4 til 7-8 meter. I åpningen i øst er det en vannfylt synk som visstnok skal være ca. 30 meter dyp (Støren 1932). Totalt tippvolum anslås til ca. 1000 kbm.

Forekomsten ligger i en kvarts-diorittisk gneis nær kontakten til en større kropp med grovkornet metagabbro. Både i nord- og sørveggen av dagåpningen er det massiv sulfidmineralisering med en mektighet på minst 10 meter, noe som skyldes tett folding. Sannsynligvis er den reelle mektigheten bare 1-1.5 meter.



Figur 37: Grøsligruva med skjæring og synk (like innenfor gjerdet) sett mot vest (foto: T. Bjerkgård).

Grøsligruva ble startet opp i 1805, da det var en midlertidig stans i gruvedriften ved *Kongsberg Sølvverk* (Heltzen 1955). Det var verkets direktør Poul Steenstrup som satte i gang driften. Det ble visstnok produsert et sink-konsentrat for viderebehandling til fargepigment. Driften varte fram til 1815 da driften ved sølvverket ble tatt opp igjen. Synken ble antakelig drevet ned under en senere forsøksdrift.

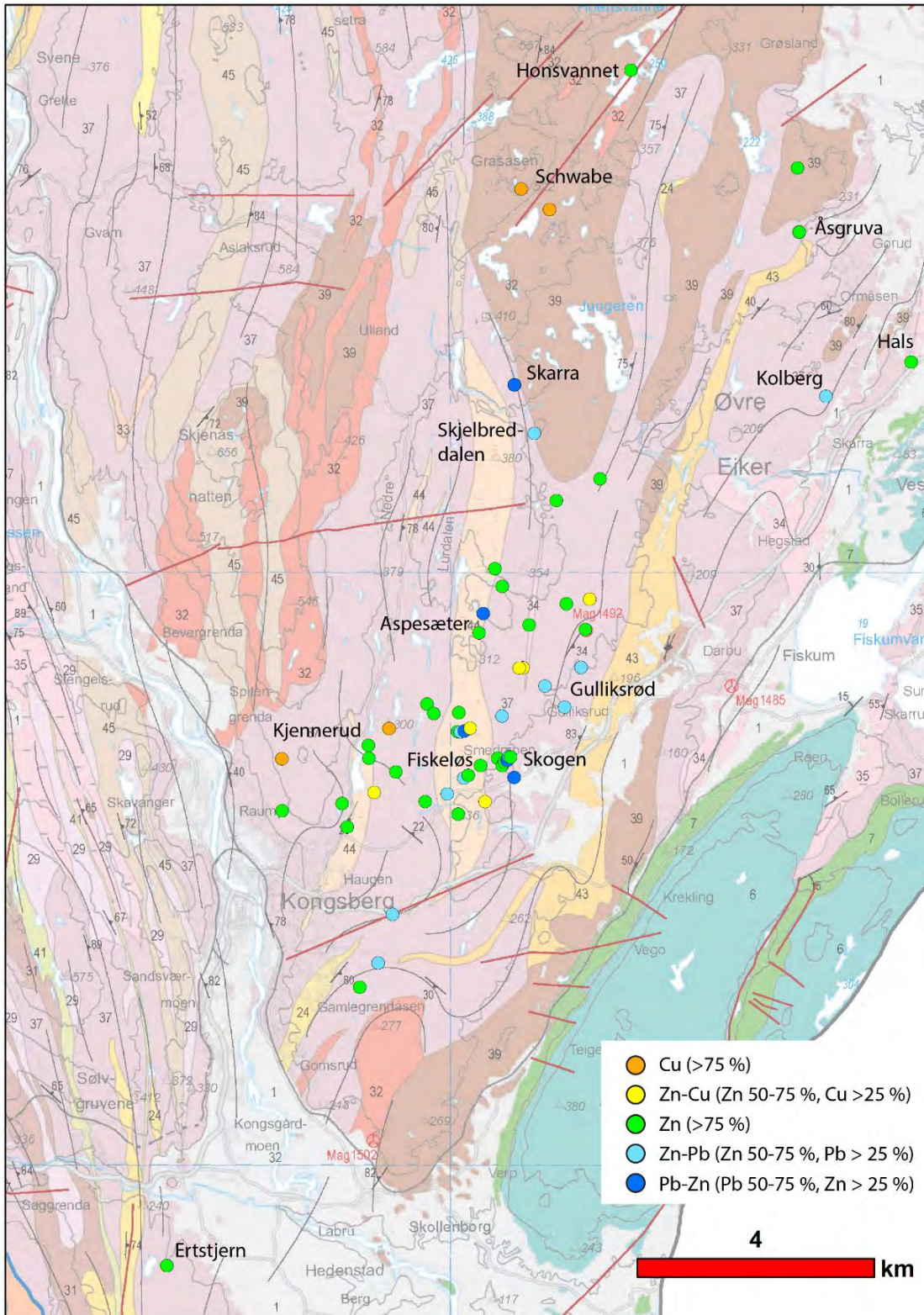
Gruva er drevet på en overveiende sinkblende-pyritt-pyrrhotitt mineralisering med underordnet kobberkis. Gjennomsnitt av fem prøver innsamlet av NGU viser 0.90 % Cu, 5.49 % Zn, 0.08 % Pb, 11 g/t Ag og 0.04 g/t Au, for øvrig i samsvar med prøver innsamlet av *Kongsberg Sølvverk*

på 50-tallet.

Det ble gjort en rekke undersøkelser på forekomsten fra 1930-tallet, fram til 1977. Disse undersøkelsene som innbefattet bakkegeofysikk, noe kjerneboring og prøvetaking, viste at forekomsten sannsynligvis er for liten til å ha noen økonomisk interesse.

Bly og sink i hydrotermalganger

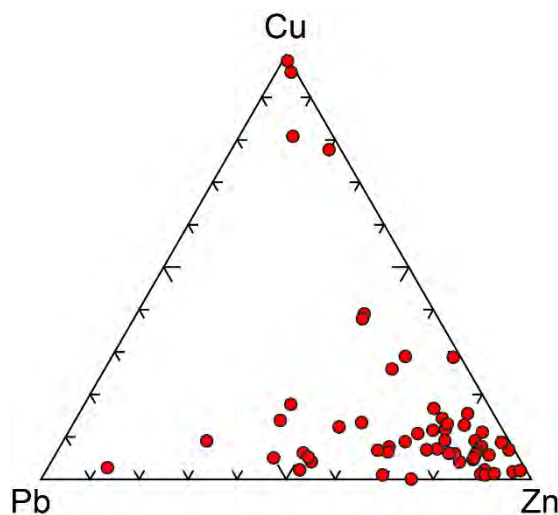
Det finnes en rekke bly-sink mineraliseringer i hydrotermale, dels breksjerte kalkspat-kvartsganger i grunnfjellsbergartene i en ca. 15 km lang sone som strekker seg fra *Kongsberg* i sør-sørvest og nord-nordøstover mot *Hønefoss*. Sonen er ca. 5 km bred og følger tilnærmet parallelt grensen til de kambro-siluriske sedimentene i øst. De mineraliserte gangene er antatt å være dannet i forbindelse med den permiske, magmatiske aktiviteten i *Oslofeltet*. Særlig mange forekomster er det i området mellom *Kongsberg* og *Hokksund* (Figur 38).



Figur 38: Kart over området mellom Kongsberg og Hokksund som viser de viktigste bly-sink mineraliseringene, klassifisert i henhold til forhold mellom kobber, sink og bly. De største forekomstene er navngitt.

De største forekomstene er Kjennerudvann like nordøst for Kongsberg, Fiskeløs og Skogen nærmere Krekling, Skarra vest for Jungeren og Asgruva, Kolberg og Hals vest for Hokksund.

Gangene fører blyglans og sinkblende i varierende mengder, og enkelte fører også en god del på kobberkis (se Figur 18). I diagrammet i Figur 39 som viser fordelingen mellom hovedelementene, er det klart at de fleste forekomstene er sink-dominerte, ofte med god del bly, mens noen få ganger er kobberdominerte. Gjennomsnitt for de 58 viktigste forekomstene er 4.6 % Zn, 1.2 % Pb, og 0.6 % Cu. Innholdet av sølv er varierende, men er mellom 100 og 200 g/t i flere av forekomstene (*Fiskeløs, Skogen, Jørandrud, Skarra*). Mange av gangene fører en god del karbon i form av kullblende.



Figur 39: Cu-Zn-Pb trekantplott som viser fordelingen mellom hovedelementene i bly-sinkgangene (58 forekomster).

Mange av bly-sinkforekomstene ble undersøkt og først drevet på 1700-tallet for å ta ut sølv, mens seinere drift, tidlig på 1900-tallet, var i hovedsak basert på sink og bly. En av de største virksomhetene foregikk ved *Skarragravene* som ble drevet på sølv fra 1769 til 1798, i regi av *Kongsberg Sølvverk*.

Bly-sink gangene er typisk små, sjelden over 1 – 1,5 m brede og få ti-talls meter opptil 100 meter lange, og selv om de inneholder rike mineraliseringer er de ikke av økonomisk interesse i dag.

Selen – Se

Den eneste kjente større forekomsten med anrikning av selen i området er *Kisgruva sør* for Saggrenda (se også tidligere avsnitt om kobber). Utfra beregninger etter boringer på midten av 1950-tallet skulle det være en svovelkismalm til stede på 581000 t med 1.01% Cu, 1.18% Zn, 19.5% S, 430 g/t Se, 25 g/t Ag og 2.5 g/t Au. Befaring av NGU i 1976 og prøvetaking av tippmaterialet da kunne ikke bekrefte det høye gull-innholdet (3 prøver inneholdt mellom 0,2 og 0.49 g/t), men det anomalt høye selen-innholdet ble bekreftet (Mathiesen 1977a).

En undersøkelse av selen ble utført i 1981 og -82 (Foslie 1982) og viste at det meste av selen var bundet til hovedsulfidene i forekomsten (pyritt, kobberkis, sinkblende), resterende til mineralene claushtalitt, blyglans, altaitt og tetradymitt. Oppredningsforsøk tydet imidlertid på at utvinningen av selen er altfor lav (maks 18%) til at det vil være økonomisk. Nye undersøkelser i 2018 bekreftet at selenet finnes i claushtalitt, altaitt og tellurfaser og antakelig i hovedsulfidene (Bullock et al. 2018). Konklusjonen på disse undersøkelsene er at *Kisgruva* kan inneholde økonomiske mengder av selen og at også tellur kan tas ut som biprodukt. Det forutsetter imidlertid at en finner metoder for å opprede disse elementene (op.cit).

Wolfram – W

Den eneste forekomsten som oppviser anomale verdier av wolfram i området er *Liverud nord* for Basserudåsen. Det er her røsket og drevet ned noen mindre synker på to steder. Når arbeidet ble gjort er ikke kjent, men det ble utført en del undersøkelser av forekomsten under 2. verdenskrig av tyskere. Undersøkelsene konkluderte med at mineraliseringen var uinteressant.

Mineraliseringen består av uregelmessig fordelt impregnasjon av kobberkis, magnetkis og arsenkis i finkornet, chertaktig kvarts. Sulfidene er tydelig anriktet i tynne slirer og bånd i kvartsen. Ifølge de gamle rapportene var det to til tre 0.6-2.5 m soner med rik impregnasjon adskilt av soner med lite eller ingen sulfider over en total mektighet av ca. 20 m. Analyser viste 0.6-3.5 % Cu, spor til 27.5 % As, spor til 0.13 % Co og 7-16 % S. En analyse viste også 8 g/t Ag, men bare spor Au. Analyser gjort av NGU, inklusive prøver i dette prosjektet viser (gjennomsnitt av fem prøver): 1.43 % Cu, 0.02 % Zn, 0.02 % Co, 14 g/t Ag, 0.5 g/t Au, 3.48 % As, 700 g/t W, samt 17 g/t Mo.

Mineraliseringen har en lengde på over 100 m, men på grunn av mye overdekke er den faktiske utbredelsen ukjent. Ny bakkegeofysikk vil kunne bringe på det rene om det er snakk om en større og interessant mineralisering.

Oppsummering av ressurser og potensial for metalliske ressurser.

Sølv – Ag: Ingen potensielle ressurser eller prospektive områder.

Arsen – As: Ingen potensielle ressurser med arsen som hovedprodukt. Potensial som biprodukt dersom det skulle bli funnet økonomiske koboltforekomster på Modum.

Gull – Au: Ingen potensielle ressurser eller prospektive områder med gull som hovedprodukt. Potensial som biprodukt ved drift på kobber og kobolt på Modum. Interessante verdier funnet i tynne soner i borkjerner fra Langedal og Grågalten nikkelforekomster, men sannsynligvis bare lokale anrikninger.

Kobolt – Co: Det er et potensial for koboltressurser på Modum. Berkuts undersøkelser nord for Skuterud avdekket 4-18 m brede soner med svak mineralisering (opptil 0.1-0.15 % Co i tynne soner). Fortsettelsen på dypet av mineraliseringene i Skuterud er ikke kjent. Det er også mineraliseringer på Svartfjell og videre nordover mot Heggebekk som ikke er tilstrekkelig undersøkt. Potensialet i sonen på Snarum er heller ikke kjent. Kobolt vil være et viktig biprodukt ved eventuell drift på nikkelforekomster på Ringerike. Det er typisk gehalt mellom 0.03 og 0.06 % Co i nikkelforekomster.

Kobber – Cu: Det er en ikke-klassifisert beregnet ressurs på 581 000 t Cu-Zn-Se malm i området ved *Kisgruva* sør for Saggrenda, basert på borer gjort på midten av 1950-tallet. Gehaltene ble beregnet til 1.01 % Cu og 1.18 % Zn, 430 g/t Se, 25 g/t Ag og 2.5 g/t Au. De høye gull og sølvverdiene er ikke verifisert ved seinere undersøkelser, verken i borer i 1978 eller i håndstykker tatt seinere. I 1981 ble det beregnet en mulig ressurs på 2-3 millioner tonn med 0.5-1 % Cu og 0.5-1 % Zn, samt 10 g/t Ag. Forekomsten er ikke begrenset mot dypet.

Undersøkelsene av koboltforekomstene på Modum viser at det er en anrikning av kobber i skifrene tilknyttet koboltmineraliseringene, spesielt på Skuterud. Borer viste opptil 1.3 % Cu over mer enn 8 m. Utstrekningen av denne mineraliseringen er ikke kjent. Gruveselskapet Berkuts undersøkelser noen km mot nord fra Skuterud viser også kobberholdige skifre.

I tillegg til nikkelforekomstene er kobber viktigste produkt i Ertelia nikkelforekomst der det er en NI 43-101 klassifisert antatt ressurs på 2.7 Mt med 0.83 % Ni, 0.69 % Cu og 0.06 % Co.

Det er også et potensial for både kobber og nikkel i Langedal som ikke er tilstrekkelig undersøkt.

Jern (+/- titan) – Fe (+/- Ti): Ingen potensielle ressurser eller prospektive områder der jern er hovedprodukt. Jern-titan-apatittforekomsten ved Spissholt/Krekling har et ukjent potensial, men er sannsynligvis for liten til å være økonomisk.

Molybden – Mo: Ingen potensielle ressurser eller prospektive områder.

Nikkel – Ni: Nikkelressurser er sannsynligvis begrenset til Holleiaområdet på Ringerike. Her er det en NI 43-101 klassifisert antatt ressurs på 2.7 Mt med 0.83 % Ni, 0.69 % Cu og 0.06 % Co i Ertelia. Det synes ikke å være mulighet for å øke denne tonnasje. Det er også en interessant mineralisering og anomali på dypet under de gamle driftene i Langedalsgruvene. Langs kanten av det mafisk-ultramafiske Heiern-massivet er det flere mindre mineraliseringer som ikke er fulgt opp. Komplekset er imidlertid sterkt overdekket. Videre er det også indikasjoner i nærheten av Hjelle gruve/skjerp, et område som også er sterkt overdekket. Ingen av forekomstene i Sigdal har indikasjoner på at de er store nok til å ha økonomisk interesse.

Bly og sink – Pb og Zn: Med unntak av sink i Kisgruva omtalt over, er det ikke noen potensielle ressurser eller prospektive områder for bly og sink i området.

Selen – Se: Selen vil være et viktig biprodukt ved vurdering av lønnsomheten i forekomsten i Kisgruva. Det er sannsynligvis mer enn 400 g/t Se i forekomsten. Selen er i stor grad bundet i mineralene Clausthalitt, altaitt og tetradymitt og vil kanskje kunne utvinnes ved moderne oppredningsmetoder.

Tinn – Sn: Håndprøver fra Kisgruva viser et gjennomsnitt på 137 g/t Sn. Dersom dette er representativt, kan det gi tilleggsverdier for forekomsten.

Wolfram – W: Det er et gjennomsnitt på 700 g/t W i Liverudforekomsten. Området er overdekket, slik at størrelsen på forekomsten ikke er kjent.

Industrimineraler i Kongsberg-Modum-Ringerike

Oversikt og historie

I distriktet Kongsberg-Modum-Ringerike har det tidligere vært drift på feltspat, kvarts, glimmer, magnesitt, flusspat, granat og kalkstein. Oversikt over forekomster av industrimineraler finnes i vedlegg 2.

- Feltspat og kvarts: Fra pegmatitter i områdene Fiskum, Skotselv, nord for Jondalen, Blefjell og Flesberg. De fleste av disse overveiende for feltspat.
- Muskovitt: Blefjell og Modum-Snarum
- Magnesitt: Snarum
- Flusspat: Lassedalen v/Saggrenda og Jonsknuten
- Granat: Overberget fahlbåndsonen
- Kalkstein: Gampehue ved Solumsmoen og Burudåsen sørøst for Hønefoss

Det er, pr. 2020, ingen utvinning av mineraler i Kongsberg-Modum-distriktet til industrimineralformål, i Buskerud som helhet er det uttak av kalkstein på Burudåsen. Direktoratet for Mineralforvaltning (DMF) har registrert ett uttak av kvartsitt ved Skarsberg/Olberg, men dette går trolig til pukkeformål da området overlapper med registreringer i NGUs pukkebase.

Feltspat og muskovitt i pegmatitt

Pegmatitter er utbredt og finnes langs kanten av Telemark litotektoniske enhet, men også sør i Vestre Kongsberg kompleks og Modum (Viola m.fl. 2016).

De er gjennomgående små og ikke aktuelle for drift i dag, men en rekke av dem var gjenstand for utvinning av kvarts, feltspat og/eller glimmer/muskovitt under andre verdenskrig. Pegmatitter som har vært drevet primært for feltspat finnes øst for Kongsberg i Fiskumområdet, nord for Hokksund, iden sørlige delen av Blefjell og Flesberg.

Glimmermineralet muskovitt er særlig kjent fra de granittiske pegmatittene i Numedal og Snarum. I Flesberg ble det for eksempel utvunnet nesten 175 000 kg muskovitt fra pegmatittene i Blefjell under 2. verdenskrig. Råstoffet ble bearbeidet på Glimmersentralen i Kongsberg.

Kvarts og kvartsitt

Foruten kvarts i pegmatitter finnes også kvartsitter.

Indre deler av Buskerud er rik på kvartsitter, men har den ulempen at de ligger langt fra sjø og ikke tilfredsstiller krav til industriell bruk.

NGU har registrert kvartsitter innenfor Kongsberg-Modum-området på grensen til Telemark litotektoniske enhet rett nord for Flesberg sentrum (Industrimineral databasen, NGU). Det finnes imidlertid ingen opplysninger om renhet eller potensial i databasen om disse.

Grafitt

Grafitt opptrer i skifrene og de såkalte fahlbåndsonene tilknyttet koboltforekomstene på Modum. Rosenqvist (1949) rapporterer om «rikelig med grafitt, særlig i de nordligere gruver».

Med dette mener nok Rosenqvist fra Svartfjell og nordover. Her er det lokalt soner med krystallin grafitt som er temmelig rike (Figur 40). Utbredelsen til disse sonene er ikke undersøkt og innhold av grafitt er heller ikke vurdert.



Figur 40: Grafittrik skifer fra sidebergartene til Heggebekk koboltforekomst (se Figur 20) for lokasjon (foto: T. Bjerkgård).

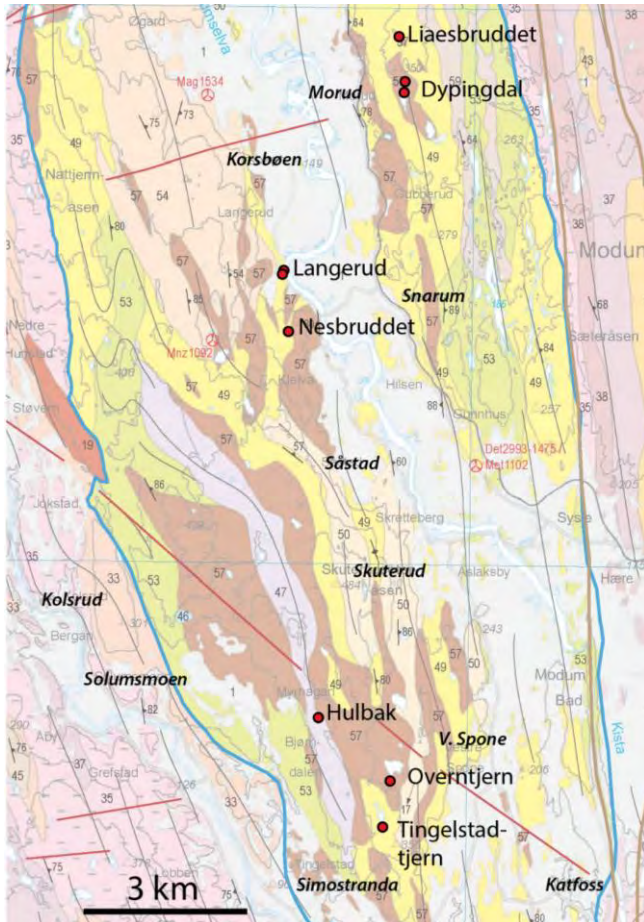
Magnesitt

Magnesitt finnes i tilknytning til små kropper av serpentinit (ofte omtalt som «edel serpentin» da den også var egnet til å lage små pyntegenstander av) i Modum-området, med Dypingdal og Langerud som de viktigste forekomstene (Figur 41). Det ble utvunnet magnesitt til bruk i isolasjonsmateriale på første halvdel av 1900-tallet.

Berget, A. (2011) skriver følgende i artikkelen «Magnesittverket på Morud» i Gamle Modum Årsskrift for Modum Historielag 2011: Magnesitten som ble utvunnet på Vestre Snarum var etterspurt som ildfast materiale til bruk som bl.a. isolasjon i smelteovner.

Magnesitt ble funnet i 1845, men først i 1902 ble det satt i gang prøvedrift på Langerud og Dypingdalen og et parti ble eksportert til Skottland samme høst. Svenske interessenter fattet interesse og i 1903 ble *Norska Magnesittaktiebolaget* stiftet, grunneieravtaler ble inngått og bygging av fabrikken igangsatt. Fabrikken på Morud stod ferdig i 1905. Fram til 1918 ble all magnesitt hentet fra *Dypingdal gruver*, ca 2 km øst for verket, men fra og med 1918 ble det også tatt ut magnesitt på Langerud. Ras i *Nedre Dypingdal gruve* førte til at denne ble stengt i 1933, men uttaket fortsatte på Langerud og Øvre Dypingdal. Det ble også brutt noe magnesitt ved Overntjern og Tingelstادتjern. Magnesitten fra disse lokalitetene ble fraktet til Morud for bearbeiding.

Fra omkring 1950 begynte gruvene å tømmes for magnesitt. Det ble gjort nye og mindre funn på Hulbakk, Amundrud, Skuterudåsen og Liaeset, men disse var ikke drivverdige. Det var fortsatt ressurser igjen på Langerud av god kvalitet, men driftssituasjonen var utfordrende da uttaket lå lavere enn vannspeilet i Snarumselva og etter et dambrudd som førte til oversvømmelse i 1952 ble det også slutt på drifta i *Nedre Langerud gruve*.



Figur 41: Utsnitt av det geologiske kartet (Viola m.fl. 2016) med de fleste magnesittforekomstene (røde prikker) avmerket.

Dypingdal gruver

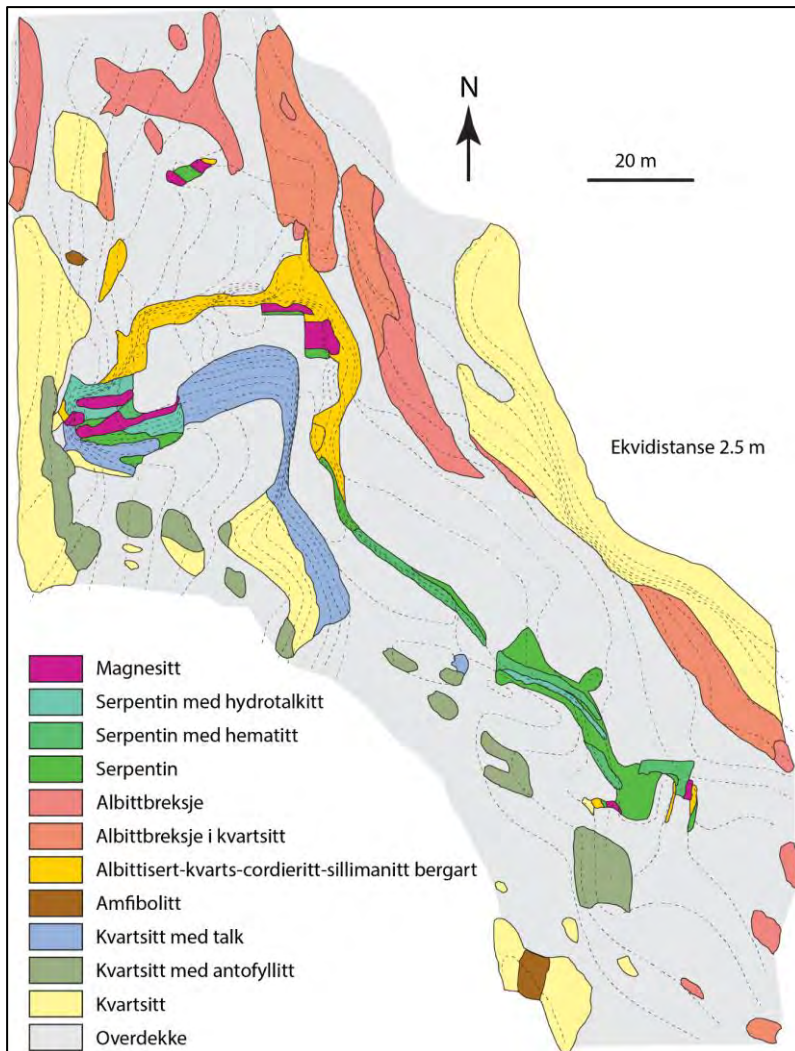
Gruvene i Dypingdal har sammen med Langerudgruvene representert de viktigste magnesittforekomstene i Modum. Det var her drift i to gruver, Nedre og Øvre Dypingdal, som er omtrent 500 m fra hverandre og tilknyttet samme gabbrokropp. Et mindre brudd, Lieset eller Liaesbruddet ligger ytterligere 700 m mot nord (Figur 41) og tilknyttet en liten gabbrokropp.

Når det gjelder Nedre Dypingdal så har magnesitten ifølge Jøsang (2002) trolig stukket opp som en kolle til et nivå noen meter over tjernet Dypingen. Denne kollen lå 10-15 m nord for tjernet, mens det meste av bruddet ligger under Dypingens nivå. Da bruddet ble forsøkt pumpet tomt for vann i september 1956 ble Ottar

Jøsang invitert til å kartlegge bruddet og det som da ble liggende over vann. På grunn av høy lekkasje i fyllmassene mot Dypingen ble vannstanden i gruva aldri lavere enn 4 m fra bruddkanten.

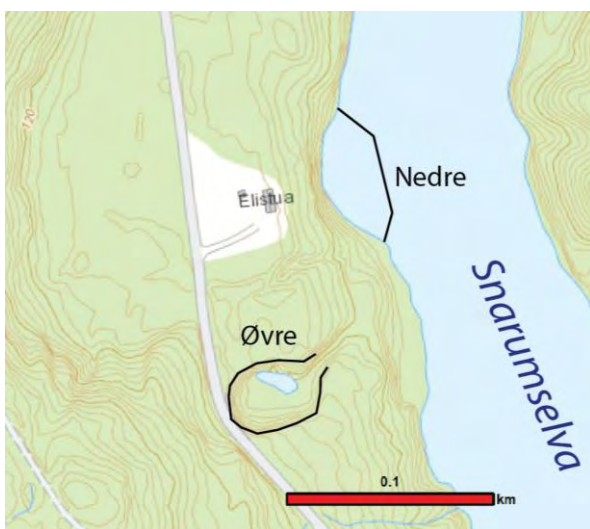
Den sørvestlige veggens består primært av magnesitt med enkelte bånd og sprekkefyllinger av dolomitt. Lengst i sør finnes det både magnesitt, hydrotalkitt og antofyllitt. Hovedbergarten er blitt betegnet som «kleberstein», men er en sterkt omvandlet kvarts- og antofyllittrik bergart hvor flogopitt og muligens cordieritt kan ha vært blant de opprinnelige mineralene. I sørøstligste del av bruddet består berget vesentlig av uren serpentin. Den delen av bruddet som ser ut til å være minst omvandlet ser ut til å bestå av kvarts, plagioklas, glimmer, cordieritt, samt muligens enstatitt. I østveggen finnes serpentin. I tillegg har Jøsang observert granittpegmatitt, kvartsitt og amfibolitt i bruddveggen.

Øvre Dypingdal gruve ble kartlagt av Ottar Jøsang i 1955. Geologi synes å være temmelig lik som i Nedre Dypingdal (Figur 42). Magnesitt finnes hovedsakelig i form av noen 10-20 m lange og noen meter tykke linser i den indre delen av det inntil 30 m dype bruddet. Magnesitten opptrer her sammen med serpentinrike lag, dels rike i hydrotalkitt og dels med hematitt i form av pseudomofoser etter magnetitt (martitt).



Figur 42: Geologien i Øvre (Nordre) Dypingdal gruve, basert på kartlegging av Ottar Jøsang i 1955.

Langerudgruvene



Figur 43: Beliggenheten til Langerudgruvene.

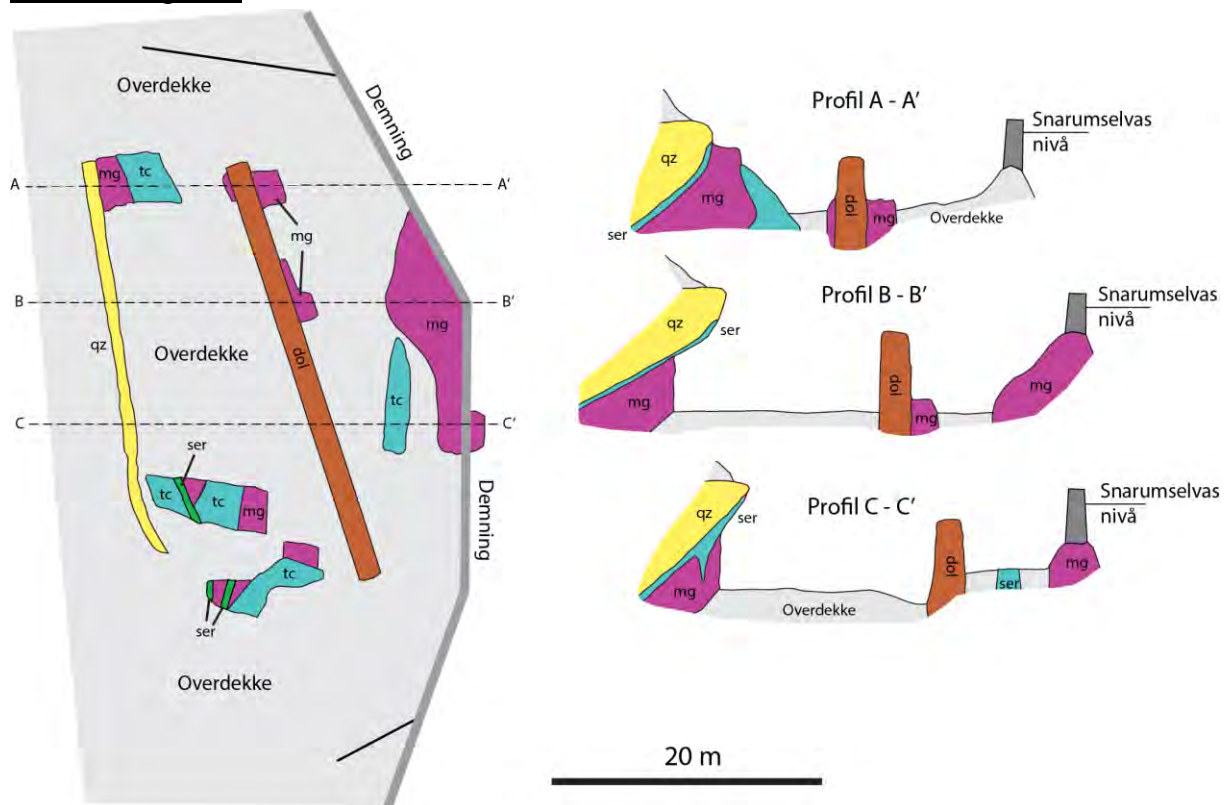
Langerudgruvene, Øvre og Nedre Langerud, ligger begge like ved den vestlige bredden av Snarumselva, ca. 1 km sør for gården med samme navn (Figur 41). Om lag en km videre mot sør ligger for øvrig det mindre Nesbruddet (se Figur 41).

Nedre Langerud ligger nå under vann ute i elva, mens Øvre Langerud er et vannfylt og gjengrodd hull mellom elva og fylkesveien (Figur 43). Ingen av forekomstene er tilgjengelig i dag. Det er knapt 100 m mellom de to bruddene og de er nok tilknyttet samme mineralisering.

Øvre Langerud

Ottar Jøsang kartla bruddet Øvre Langerud i 1955: Mot øst går en breksje som danner en naturlig avslutning for bruddet. Denne faller ca 80 grader mot vest. Ellers i bruddet finnes serpentin og magnesitt som har randsoner av dolomitt i ytterkantene. Jøsang nevner at bergartene både har vært gjennom albittisering, dolomittisering og klorittisering og at selskapet, som på denne tiden var i drift, selv mente at mengden dolomitt økte med dypet. Øvre Langerud ble nedlagt i 1956.

Nedre Langerud



Figur 44: Geologien i Nedre Langerud, basert på kartlegging av Ottar Jøsang i 1954. Tegnforklaring: mg: magnesitt med dolomitt, ser: serpentin med kloritt, tc: flogopitt- og talkrik bergart «kleberstein», dol: dolerittgang, qz: kvartsitt.

Nedre Langerud lå langs bredden av Snarumselva, beskyttet fra elva av en demning (Figur 44). Bruddet ble lagt ned 1953 og fyltes deretter gradvis med vann. Ottar Jøsang kartla bruddet i 1954. Dybden på bruddet var ca. 11 m og i bunnen var bruddet omtrent 24 m langt og 10 m bredt, og det er tatt ut om lag 1600 m³ stein. I følge Jøsangs kartlegging er det flere lag/linsjer med magnesitt som er inntil ca. 5 m mektige (Figur 44).

Kalkstein

Det er kun en kjent kalksteins-forekomst innenfor området. Dette er på Gampehue ved Solumsmoen i Sigdal. Dette er en grovkornet, forholdsvis ren og hvit kalkspat-kropp i hornblendegabbro. Kalkspaten opptrer ifølge Bugge (1936) i et par flattliggende ganger, mer enn 3 m mektige og som dekker et areal på mer enn 5000 m². Forekomsten er sannsynligvis hydrotermalt avsatt. Forekomsten synes nå å være utdrevet og er uansett for liten til å være av interesse.

Barytt

Barytt er et mineral som finnes på kalkspatganger i sølvgruvene i Kongsberg-feltet, og er særlig kjent fra sølvgruvene ved Vinoren (Figur 45). Neumann (1944) beskriver at den karakteristiske opptreden av barytt i de sølvførende gangene varierer fra sparsomt til at det er et dominerende gangmineral. Goldschmidt (1922) viser til meddelelse av Dr. C. Bugge 30/9 1920 etter undersøkelser av baryttforekomsten på Vinoren, hvor Bugge sier at en «antagelig vil kunne utskelde nogle ton tungspat.» Det antas at barytten ikke finnes i store nok mengder til å være av økonomisk interesse fremover.



Figur 45: Massiv barytt fra tipphaugene ved Nye Segen Gottes nr. 6 sølvgruve på Vinoren (foto: T. Bjerkgård).

Granat

I Kongsbergområdet er det flere soner med granatrike bergarter, spesielt i Overberget fahlbåndsonen vest for Kongsberg. Det har tidligere vært brudd på en lokalitet like ved Granatdammen, hvor granat er anrikt i en klorittskifer (Figur 46). Det ble også utvunnet større mengder granat under jord i den såkalte *Granatstrossa* som ligger nord for *Kongens gruve* i nærheten av *Gottes Hülfe in der Noth gruve* (Figur 47). Strossa befinner seg på samme nivå som *Christian VII stoll*. Granaten er en jernrik granat av typen almandin (Selbekk, 2010).

Disse granatforekomstene utgjør ikke noen framtidig ressurs.



Figur 46: Granater (røde krystaller) omgitt av kloritt (grønnlig) ved Granatdammen, Overberget, Kongsberg. Skalaen er vist med ei furunål som er ca. 40 mm lang. Foto: Sven Dahlgren.



Figur 47: Granatstrossa, Kongsberg sølvgruver. Strossa har store dimensjoner. Det er 4-5 m under taket. Foto: Sven Dahlgren.

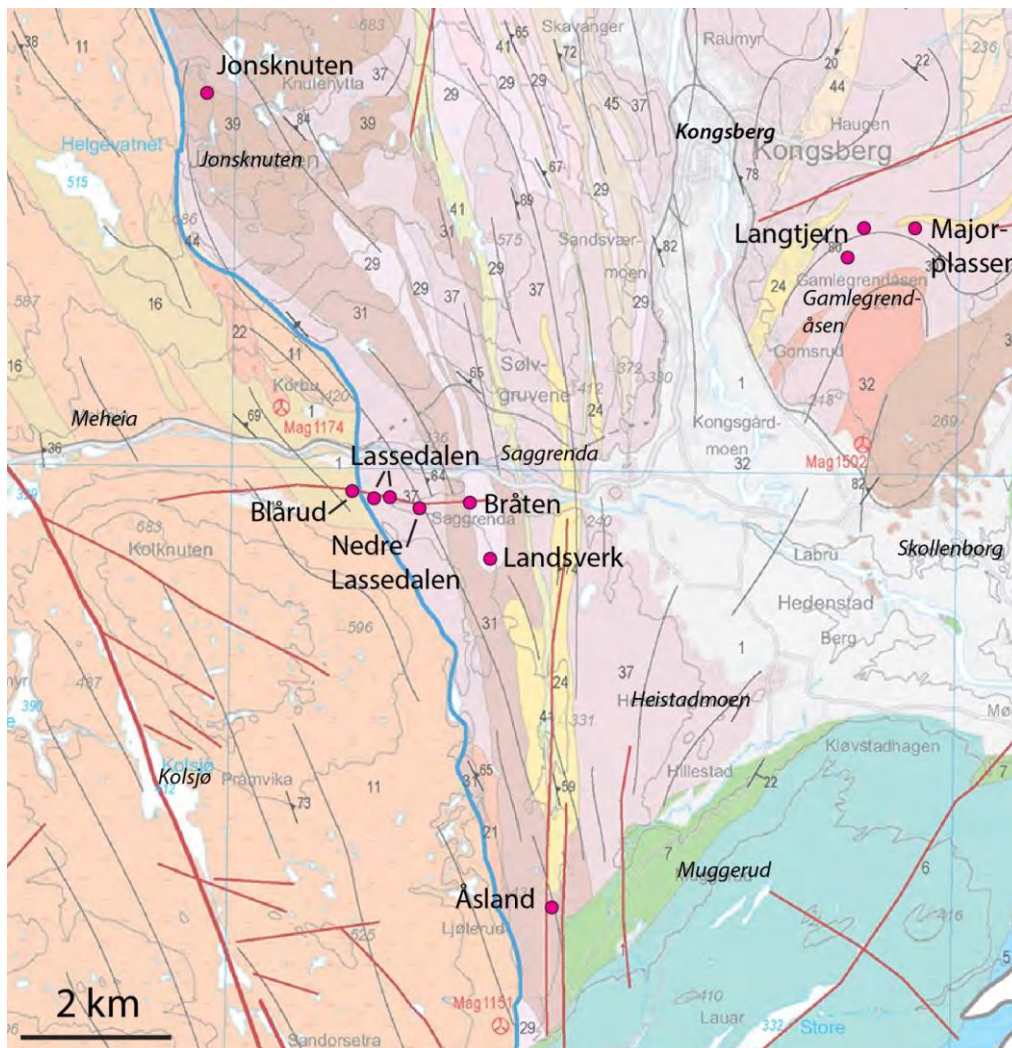
Apatitt

Ved Spissholt opptrer apatitt i en middelskornet metagabbro sammen kraftig disseminerte jernoksider, hovedsakelig ilmenitt og magnetitt. Prøver viser opp til 10% apatitt. Metagabbroen utgjør grunnlaget for Spissholt apatitt-provins (2019), og som i NGU rapport 2016.013 er omtalt som et apatitt-prospekt.

Også ved Vinoren skal det finnes en tilsvarende metagabbro hvor det er potensiale for å finne apatitt (Bjerkgård et al, 2016), men potensialet har så langt (2019) ikke latt seg bekrefte med prøver. Imidlertid er det nødvendig med flere undersøkelser og prøver både ved Spissholt og Vinoren for å bekrefte eller avkrefte om man har et ressurspotensial for apatitt.

Flusspat

Flusspat forekommer flere steder innenfor området, særlig rundt Kongsberg og opptrer i tilknytning til forkastninger og sprekkesoner og som breksjer langs forkastninger. De fleste flusspat-mineraliseringene er av permisk alder og er særlig konsentrert i Saggrenda-området og på Jonsknuten (Figur 48). Det er også noen mindre forekomster på Gamlegrendåsen, samt ved Åsland sør for Heistadmoen.



Figur 48: Oversikt over flusspatforekomster i Kongsbergområdet (bakgrunn er geologi fra Viola m.fl. 2016).

Lassedalen

Lassedalen representerer sannsynligvis Norges største forekomst av flusspat (Raanes m.fl. 2009). Forekomsten er dannet i forbindelse med utviklingen av en øst-vest-strykende forkastningssone med sørlig fall av permisk alder som gjennomsetter prekambriske gneiser av vulkansk opprinnelse. Langs den 4,5 km lange forkastningen er gneisene oppkjust og breksjert med dannelse av sprekker og hulrom som har virket som kanaler for gjennomstrømming av varmt kullsyre-holdig saltvann rikt på blant annet silisium, kalsium og fluor. Disse stoffene ble avsatt på veggene i de åpne rommene og sprekkeene i form av kvarts, kalkspat og flusspat, som har virket som sement i breksjen. (Bjerkgården m.fl. 2016).

Det har vært gruver flere steder langs den mer enn fire km lange strukturen og av flere selskaper i perioder fra 1918 til 1951.

Lenschow (1918) rapporterer om gruvedrift i Lassedalen så tidlig som i 1918. Støren & Holter (1926) har befart gravene *Blårud flusspatgruver* i Lassedalen så tidlig som 1926 på oppdrag fra eier Ole Fredriksen, og flusspaten ble benyttet i sølvverkets smelteverk. Ifølge Myhra (1962) ble driften gjenopptatt i 1938 av Ole Fredriksen, og i perioden 1938-1940 ble det produsert til sammen 595 tonn à 80 % CaF₂. Blårud-feltet ble så ervervet av *A/S Norsk Aluminium Company* i 1941. Sør for Blårud gruvefelt (*Næssfeltet*) drev *A/S Lassedalen Mineralgruber* i årene 1939-1941, hvor det ble produsert ca. 450 tonn flusspat à 80 % CaF₂. Driften ble senere overtatt av *A/S Nordisk Lett-metall*. *Lassedalen flusspatgruve* ble drevet av *A/S Nordisk Lettmetall* fra 1941, men ble i 1946 overtatt av *A/S Årdal og Sunndal Verk* i 1946. Produksjonen 1941-1945 varierte fra 30 tonn i 1941 til 590 tonn i 1945. Totalt ble det produsert 1663 tonn med gjennomsnittsgenhalt 50 % fra gruva i disse årene (Myhra 1962).

A/S Norsk Aluminium Company drev *Nedre Lassedal flusspatgruve* i 1943, men her ble driften overtatt av H. Bjørum i 1944. I årene 1943-1945 ble det produsert 3521 tonn à 30 % CaF₂ fra *Nedre Lassedalen flusspatgruve*.

Bråten-bruddet lengst øst i Lassedalen var i drift på begynnelsen av 1920-årene av Ole Fredriksen, men oppgav dette for gjenåpningen i Blårud (se over).

Ifølge Statistisk Sentralbyrå (1945, 1946, 1953) har følgende flusspatgruver rapportert produksjon for henholdsvis 1943, 1944 og 1951:

	1943	1944	1951
Lassedal flusspatgruver	Ingen innberetning.	A/S Nordag. 493,1 tonn flusspatmalm. Etter sjeiding: 267,1 tonn flusspat à 70 % CaF ₂ og 226 tonn à 30 % CaF ₂ .	En del flusspat med ca 70% CaF ₂ ble rensert ut fra allerede brutt materiale.
Nedre Lassedal flusspatgruve	187,5 tonn sams flusspat med 30% CaF ₂ som er behandlet i Saggrenda Verk.	A/S Norsk Aluminium Co. 1 351,8 tonn sams flusspat med ca. 30 % CaF ₂	
Jonsknuten	Periodisk drift mai-november. 400 tonn sams flusspat à 40% CaF ₂ som er behandlet i Saggrenda Verk og utgjorde 195 tonn flusspat-konsentratet à 90-95% CaF ₂ .	Ikke drift.	

Rågodset ble prosessert i flotasjonsanlegget på Saggrenda Verk.

Lassedalen er fortsatt den største, kjente flusspatforekomsten i Norge (Raaness m.fl. 2009). Den ble kjerneboret av *Norsk Hydro* på 1970-tallet med 29 borer og metallurgiske tester, og har igjen fått ny interesse i prospekteringsindustrien.

Lassedalen omfatter en 10-13 m bred og 200-250 m lang flusspatsone med 40-80 % CaF_2 . Dette tilsvarer 750 000 tonn rågods fra overflaten og ned til 100 m dyp (Mineralressursdatabasen, NGU). Nyere ressursanslag av *Tertiary Minerals plc* i 2010 anslo ressursen til å være 4 millioner tonn mineralisering, hvorav 1,2 millioner tonn har en gehalt på 29 % flusspat. JORC-kompatible beregninger fra 2012 har påvist 4 millioner tonn 24.6 % fluoritt (CaF_2). Forekomsten er ikke begrenset i dypet eller langs strøkretningen.

Andre flusspatforekomster

Landsverk flusspatgruve ligger på en parallell struktur ca. 1 km sør for den østligste enden av Lassedalsgangen (Figur 48). Landsverkgangen er fulgt over en lengde på nær 500 m mot vest. Den dreier gradvis mot nord og den kan muligens være en forgreining av Lassedalsgangen (Neumann 1941). Gruva ble drevet under 1. verdenskrig og ble ervervet av *A/S Norsk Aluminium Company* i 1941 som gjorde undersøkelser i et par år med stoll drift til et dyp av omtrent 50 m i tre etasjer. I øvre del ble det oppfart i 150 m lengde og 1 ½ m bredde og som hadde en gehalt på ca. 30 % CaF_2 (Myhra 1962).

Åsland flusspatgruve befinner seg sør for Heistadmoen vest for gården Åsland (Figur 48). Gruva ble drevet under 1. verdenskrig og består av en liten synk og noen røsker over en lengde på ca. 80 m i NØ-SV retning. Det er også en mindre røsk 300 m mot SV. Ifølge Neumann (1941) skal gangen være opptil 2 m bred og føre kvarts og flusspat med små mengder kalkspat. Innholdet av CaF_2 er anslått til ca. 30 %.

Jonsknuten flusspatgruve var i drift av H. Bjørum i perioden 1936 til 1947 og det ble da utdrevet knapt 5900 tonn CaF_2 (Neumann 1941, Myhra 1962). Råmalmen hadde en gehalt på 40 % CaF_2 . Forekomsten er en inntil 5 m mektig øst-vest gående kvarts-kalkspat-flusspat gang. Flusspaten er anriktet i soner.

Gamlegrendåsen forekomster har aldri vært drevet på flusspat, men er sink- og blyrike forekomster i kvartsganger. Neumann (1941) beskriver at deler av kvartsgangene (60 til 80 cm) ved Langtjern og Majorplassen er rike i flusspat.

Oppsummering av ressurser og potensial for industrimineraler

Feltpat og muskovitt: De er gjennomgående små og ikke aktuelle for drift i dag.

Kvarts og kvartsitt: Ingen kjente potensielle kvarts og kvartsitter egnet for industrimineraler som hovedprodukt.

Grafitt: Det finnes grafitrike soner på Nordgruvene på Skuterud, og fra Svartfjell og nordover, men utbredelsen til disse sonene er ikke undersøkt og innhold av grafitt er heller ikke vurdert.

Magnesitt: De uttakene som har blitt gjort synes å være på mindre kropper, og der magnesitt har stått igjen etter avsluttet drift har det vært driftstekniske problemer som har stoppet uttaket. Det synes usikkert om gjenværende mineraliseringer vil være aktuelle for uttak i fremtiden.

Kalkstein: Ingen ressurser eller prospektive områder.

Barytt: Ingen ressurser eller prospektive områder.

Granat: Ingen ressurser eller prospektive områder.

Apatitt: De foreløpige undersøkelsene av apatitt i lys av siste års markedsutvikling virker så langt lovende, men det er nødvendig med ytterligere undersøkelser for å avklare ressurspotensialet videre både ved Spissholt og Vinoren. Det anbefales derfor at man setter i gang et eget fosfat-program.

Flusspat: *Tertiary Minerals plc* har beregnet ressursene ved Lassedalen til å være på over 4 millioner tonn, hvorav 1,2 tonn har en gehalt på 29% flusspat. Beregninger gjort i henhold til JORC har påvist 4 millioner tonn 24.6 % fluoritt (CaF₂). I henhold til NGUs klassifisering av mineralske ressurser er dette en forekomst av internasjonal betydning.

Databaser og informasjon

Data over mineralske ressurser er basert på NGUs mineralressursdatabaser. Dataene er tilgjengelige blant annet via kartinnsyn fra http://geo.ngu.no/kart/mineralressurser_mobil/, som WMS-tjenester og API til bruk i egne kartapplikasjoner fra <https://www.ngu.no/> (<http://geo.ngu.no/mapserver/IndustrimineralerWMS3>) og <https://www.geonorge.no/>. Disse datasettene inkluderer vurdering av forekomsters betydning (internasjonal, nasjonal, regional, lokal og ikke vurdert). Statistiske data om mineralnæringen er nedlastbare fra [Direktoratet for Mineralforvaltning](#).

Referanser

- Berg, B.I., Sæland, F., Nyland, A.J., Østensen, P.Ø., Nordrum, F.S. & Kullerud K. 2016: Bergverk i Norge, Kulturminner og historie. Fagbokforlaget, 2016.
- Berget, A. 2011: «Magnesittverket på Morud» Gamle Modum Årsskrift for Modum Historielag 2011 s 31-35 http://modum.historielag.org/GamleModum/Pdf/Gamle_Modum_2011.pdf
- Berkut 2018: https://berkutminerals.com.au/wp-content/uploads/2018/05/20180502_Berkut-Minerals-Cobalt-May-2018.pdf
- Bjerkgård, T. 2012: N008 Kongsberg Ag. I Eilu, P. (red.) 2012: Mineral deposits and metallogeny of Fennoscandia. Geological Survey of Finland, Special Paper 53, 401 sider.
- Bjerkgård, T., Ihlen, P. M., & Sandstad, J. S. 2016: De viktigste mineralressursområdene i Buskerud. NGU rapport 2016.013. https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2016/2016_013.pdf
- Blair, T. 2006: 2006 Summer program drilling and borehole geophysics, Ertelien Project, Buskerud Fylke, Norway. Rapport Sulfidmalm A/S (BV 4858).
- Boyd, R. og Nixon, F. 1985: Norwegian nickel deposits: a review. Geological Survey of Finland Bulletin 333, 363-394.
- Bugge, A. 1936: Kongsberg-Bamble formasjonen. Norges geologisk undersøkelse nr. 146. 115 sider.
- Bugge, A. 1941: Norsk geologisk tidsskrift. Landsmøte 1941. s 233. https://foreninger.uio.no/ngf/ngt/pdfs/NGT_21_2&3_181-238.pdf
- Bugge, C. 1917: Kongsbergfeltets geologi. Norges geologiske undersøkelse 82. 272 sider.
- Bugge, J.A.W. 1978: Kongsberg–Bamble Complex. I: Bowie et al. (red.) Mineral deposits of Europe, vol. 1: North-West Europe. London: Institution of Mining and Metallurgy and Mineralogical Society, 213–217.
- Bullock, L.A., Magali, P., Armstrong, J.G., Parnell, J., Still, J. & Feldmann, J. 2018: Selenium and tellurium resources in Kisgruva Proterozoic volcanogenic massive sulphide deposit (Norway). Ore Geology reviews 99, s. 411-424.
- Carstens, C.W. m. fl., 1883: Ekers kobberværk ved Haugsund, Norge. Bergarkivet NGU, BA 534, 6 sider.
- Charteris, S.N. 1963: Geological reconnaissance of the nickel potential in the Sigdal-Hønefoss area of Norway-1963. A/S Sulfidmalm intern rapport. Norsk Hydro rapportarkiv ved Norges geol. unders., NH 51, 9 sider.
- Dokken, O.K. 1941: Sigdal Nikkelverk. Bergarkivrapport nr.669, Norges geologiske undersøkelse. 3 sider.

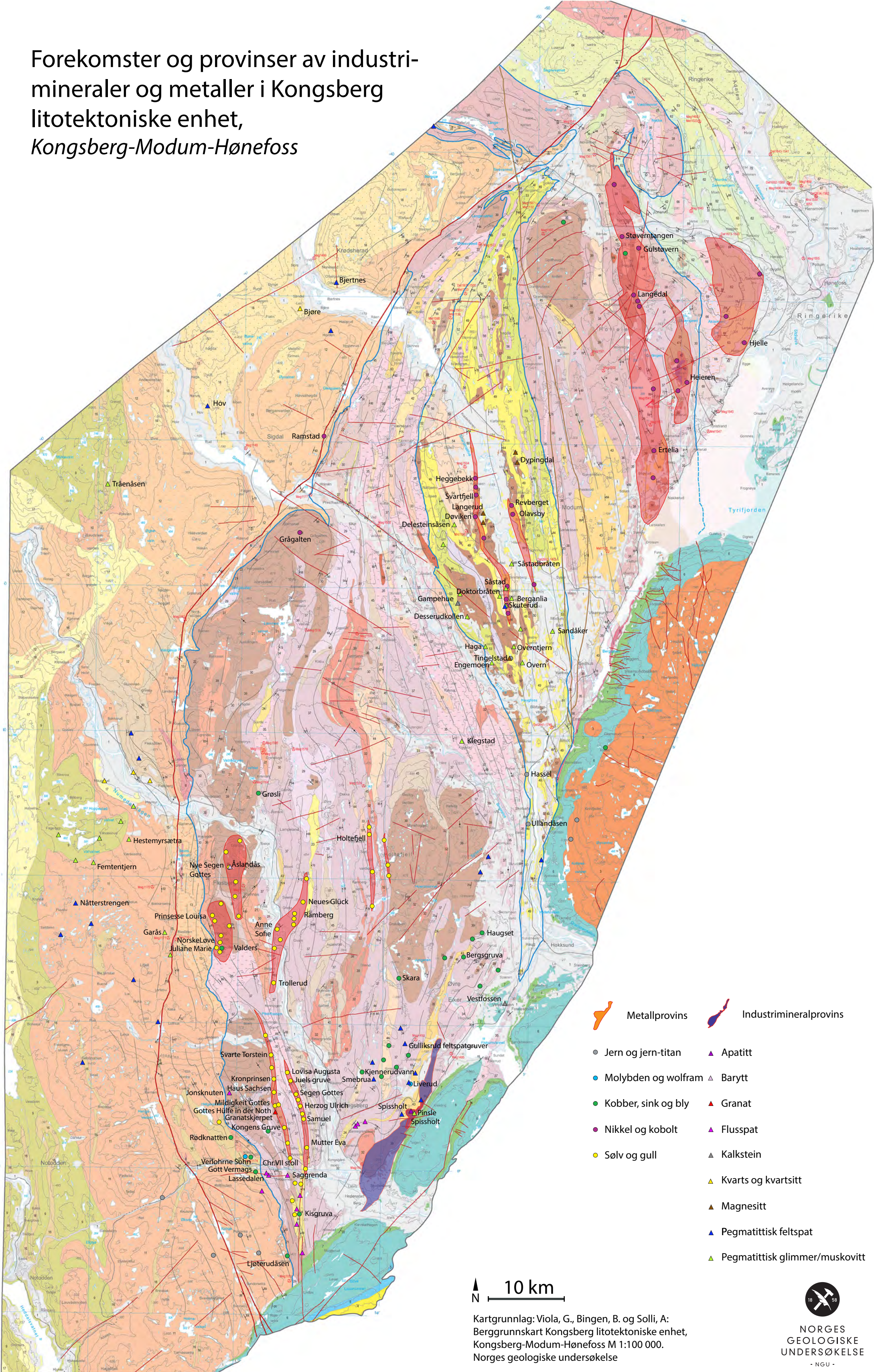
- Egge, A. 1920a: Rapport over Hassel jernverks gruber i Eiker og Modum. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No.BA 1727, 21 sider.
- Egge, A. 1920b: Rapport over Eker kobberverksfelt ved Haugsund i Eker, Buskerud. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No. BA 486, 45 sider.
- Elstad H. 1980: VLF-målinger Eiker kobberfelter. Norges geologiske undersøkelse, NGU-rapport No.1750/54B, 8 sider.
- Foslie, G. 1982: Selenundersøkelse på to prøver fra Kisgruva. Norges geologiske undersøkelse, NGU-rapport No.1850/7D, 16 sider.
- Gammon, J.B. 1966: Fahlbands in the Precambrian of Southern Norway. *Economic Geology* 61, 174–188.
- Goldschmidt, V. M. 1922: Om fremstilling av bariumlegeringer. Norges geologiske undersøkelse nr.107.
https://www.ngu.no/FileArchive/NGUPublikasjoner/NGUnr_107_Goldschmidt.pdf
- Heltzen, A.M. 1953: Geologiske og oppredningstekniske resultater fra undersøkelser av Hasselmalm. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No. BA 3399, 5 sider.
- Heltzen, A.M. 1955: Grøslis malmforekomst. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No. BA 3174, 5 sider.
- Holmsen, T.W. 1962: Hassel jernverk, Utdrag av rapporter. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No. BA 3398, 11 sider.
- Hornemann, H.H. 1936: Report on the cobalt mines at Modum, collected from different sources. Norges geologiske undersøkelse Bergarkivet, report BA 596, 17 sider.
- Horvath, A. 1944: Bericht über besichtigung des eisenerzvorkommens Spitzholt bei Fiskum. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No. BA 816, 3 sider.
- Ihlen, P.M. og Nordrum, F.S. 1986: The Kongsberg mining area – a road log. I Olerud, S. & Ihlen, P.M. (red.) *Metallogeny associated with the Oslo Paleorift*. 7th IAGOD symposium, Excursion guide no 1, Sveriges geologiska undersökning Ser. Ca 59, 33–38.
- Johannessen, G.A. 1976: Nikkel-kobbermalmforekomster og bergarter i Tyrstrand og Holleia et sammendrag. Norsk Hydro intern rapport. Norsk Hydro rapportarkiv ved Norges geol. unders., NH 157A, 6 sider.
- Johansen, H. & Segalstad, T.V. 1985: Gangmineraldannelser i Kongsberg sølvforekomst. I: *Nye malmtyper i Norge*. Malmgeologisk Symposium, BVLI – Bergforskningen, Trondheim, s. 99.

- Jøsang, O. 1966: Geologiske og petrografiske undersøkelser i Modumfeltet. Norges geologiske undersøkelse nr. 235.
https://www.ngu.no/FileArchive/NGUPublikasjoner/NGUnr_235_Joesang.pdf
- Jøsang, O. 1955: Upubliserte notater og kart (overlevert NGU i 2002).
- Karlstrøm, H. 1985: Geologisk beskrivelse av Eikerfeltet. Norges geologiske undersøkelse, NGU-rapport No.85.213, 19 sider.
- Kullerud, K., Kotková, J., Šrein, V., Škoda, R., Friis, H., Holtstam, D. & Müller, A. 2020: Electrum from the Kongsberg silver district, Norway –evidence for a Proterozoic gold province? I Nakrem, H.A. & Husås, A.M. (red.): The 34th Nordic Geological Winter Meeting, January 8th-10th, 2020, NGF Abstracts and proceedings, no. 1 2020, s.120.
- Lenchow, J. (1918): Brytningsarbeider ved Lassedalen flusspatforekomst, Kongsberg, Buskerud. Bergarkivet BA6087 Norges Geologiske Undersøkelse.
http://aps.ngu.no/pls/oradb/rf.Visdok?c_dokid=0000023724
- Lindahl, I. 1981: Diamantboring ved Kisgruva. Norges geologiske undersøkelse, NGU-rapport No.1650/7B,14 sider.
- Marmine a.s. 1993: Undersøkelsesrapport: Muta-prosjektet, Øvre Eiker. Geokjemisk og geopraktisk undersøkelse av berghaugen ved Gamle Eker Kobberverk. Rapport BV 3981, Direktoratet for Mineralforvaltning.
- Mathiesen, C.O. 1977a: Ang. Kisgruben, Kongsberg. Norges geologiske undersøkelse, NGU rapport No.1430/7A, 8 sider.
- Mathiesen, C.O. 1977b: Vurdering av Ringerike nikkelfelter. Norges geologiske undersøkelse, NGU rapport No. 1430/8A, 21 sider.
- Mortenson, M. 1925: Kartbilag i Ross H.N. 1954: Bergverksdriften ved Sølvverket – Undersøkelse av Kisgruven. Rapport BV 1185, Direktoratet for Mineralforvaltning.
- Munz, I.A., Yardley, B.W.D., Banks, D.A. & Wayne, D. 1995: Deep penetration of sedimentary fluids in basement rocks from southern Norway: Evidence from hydrocarbon and brine inclusions in quartz veins. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 239–254.
- Myhra, R. (1962): Notat angående noen flusspatforekomster i Buskerud og Telemark fylker. Bergarkivet BA 5531. Norges geologiske undersøkelse.
<https://www.ngu.no/filearchive/BArapporter/BA5531.pdf>
- Neumann, H. 1941: Flusspatundersøkelser i Kongsbergfeltet. Bergarkivet BA 5015. Norges geologiske undersøkelse, 21 sider.
<http://www.ngu.no/FileArchive/BArapporter/BA5015.pdf>
- Neumann, H. 1944: Silver deposits at Kongsberg. Norges geologiske undersøkelser nr. 162.
https://www.ngu.no/FileArchive/NGUPublikasjoner/NGUnr_162_Neumann.pdf

- Nordrum, F.S. og Olerud, S. 1980: Befaring og vurdering av Bergsgruva (Eiker kobberverk) og Åsgruva. Norges geologiske undersøkelse, NGU-rapport No.1650/54A, 9 sider.
- Nordrum, F. S., Erambert, M. & Larsen, A. O. 2006: Sammensetningen av noen norske granater. Kongsberg mineralsymposium. Bergverksmuseets skriftserie nr. 33. Nordrum & Larsen (red).
http://www.nags.net/Mineralsymposium/2006/Nordrum_et_al2-2006.pdf
- Often, M. 2012: N009 Ringerike Ni-Cu. I Eilu, P. (red.) 2012: Mineral deposits and metallogeny of Fennoscandia. Geological Survey of Finland, Special Paper 53, 401 sider.
- Olsrud, H. 1935: Hassel jerngruver. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No. BA 3622, 3 sider.
- Poulsen, A.O. 1942: Nikkelforekomster i Sigdal. Bergarkivrapport nr.64, Norges geologiske undersøkelse. 7 sider.
- Poulsen, A.O. 1943: Magnetometrisk kartlegging på Grågaltten, Sigdal. Bergarkivrapport nr.590, Norges geologiske undersøkelse. 3 sider.
- Reddick Consulting Inc. 2009: Technical report on resource estimates for the Ertelien, Stormyra and Dalen deposits, Southern Norway. NI 43-101 Report, 100 sider.
- Rosenlund, A.L. 1918a: Graagaltten grube, Sigdal. Bergarkivrapport nr.4044, Norges geologiske undersøkelse, 3 sider.
- Rosenlund, A.L. 1918b: Rapport over Mads Ringens skjærp ved Ask st. (indbefattet den gamle Hjellgrube). Bergarkivrapport nr.1418, Norges geologiske undersøkelse. 4 sider.
- Rosenqvist, I. T. 1949: Noen observasjoner og refleksjoner omkring Modum koboltgruver I. (Nedl.). NGT Vol. 27(3&4). https://foreninger.uio.no/ngf/ngt/pdfs/NGT_27_3&4_187-216.pdf
- Ryan, M.J. 1972: Notes on the geology of the area around Soknedal. Norsk Hydro intern rapport. Norsk Hydro rapportarkiv ved Norges geol. unders., NH 25.
- Raaness, A., Ihlen, P, Korneliussen, A., Bjerkgård, T., Gautneb, H., Sandstad, J. S. & Wanvik, J. E. 2009: Evaluering av framtidig behov og tilgang på industrimineraler og metaller i Buskerud, Telemark og Vestfold. NGU rapport 2009.009. Norges geologiske undersøkelse.
- Sakshaug, G.F. og Brækken, H. 1944: Geofysisk undersøkelse Brecciesonen Meheia, Kisgruben, Verlohrne Sohn Grube. Norges geologiske undersøkelse, NGU-rapport No.40, 25 sider.
- Segalstad, T.V. 1985: Sølvdannelse i Kongsberg sølvforekomst. I: Nye malmtyper i Norge. Malmgeologisk Symposium, BVLI – Bergforskningen, Trondheim, p. 100.
- Selbekk, R. 2010: Norges mineraler. En revidert utgave av Norges mineraler (Neumann, 1985). NGU og Tapir akademisk forlag, Trondheim 2010, s.230 og s.290.

- Slack, J.F., Causey, J.D., Eppinger, R.G., Gray, J.E., Johnson, C.A., Lund, K.I. & Schulz, K.J. 2012: Co-Cu-Au deposits in metasedimentary rocks – A preliminary report. USGS Open-File Report 2010-1212. 19 sider.
- Slack, J.F. (red.) 2013: Descriptive and geoenvironmental model for cobalt-copper-gold deposits in metasedimentary rocks (ver. 1.1, Mars 14, 2014): U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010–5070–G, 218 sider, <http://dx.doi.org/10.3133/sir20105070g>
- Smith, H. H. 1911: Rapport over Spisholt og Kolsrud jernmalforekomster. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No.BA 2905, 3 sider.
- Statistisk sentralbyrå 1945: Norges bergverksdrift 1943. Norges offisielle statistikk. X. 87. https://www.ssb.no/a/histstat/nos/nos_x_087.pdf
- Statistisk sentralbyrå 1946: Norges bergverksdrift 1944: Norges offisielle statistikk. X. 105. https://www.ssb.no/a/histstat/nos/nos_x_105.pdf
- Statistisk sentralbyrå 1953: Norges bergverksdrift 1951: Norges offisielle statistikk. X. 105. https://www.ssb.no/a/histstat/nos/nos_xi_124.pdf
- Steinsvik, T.S. 2000: Koboltgruvene og Blaafarveværket – en del av den store verden. Stiftelsen Modums Blaafarveværk, 190 sider.
- Støren, R. 1932: Grøsligruben i Lyngdal, Flesberg. Norges geologiske undersøkelse, Bergarkivet No. BA 943, 4 sider.
- Støren, R. & Holter, A. 1926: Beskrivelse av Blaarud flusspatbrudd i Lassedalen, Buskerud. BA 6078. Bergarkivet. Norges Geologiske Undersøkelse http://aps.ngu.no/pls/oradb/af.Visdok?c_dokid=0000023729
- Tertiary Minerals 2010: Lassedalen fluorspar project update. Press release 14 September 2010. <https://www.tertiaryminerals.com/news-releases>
- Tertiary Minerals 2012: Mineral resources estimate - Lassedalen fluorspar project update. Press release 18 January 2012. <https://www.tertiaryminerals.com/news-releases>
- Viola, G., Bingen, B., Solli, A. 2016: Berggrunnskart: Kongsberg litotektoniske enhet, Kongsberg-Modum- Hønefoss M 1:100000. Norges geologiske undersøkelse.
- Vokes, F.M. og Vrålstad, T. 1969: Rapport over feltarbeidene i Ringerike sommeren 1969. Norsk Hydro intern rapport. Norsk Hydro rapportarkiv ved Norges geol. unders., NH 52, 38 sider.

Forekomster og provinser av industri- mineraler og metaller i Kongsberg litotektoniske enhet, Kongsberg-Modum-Hønefoss



- | | |
|--|---|
|  Metallprovinns |  Industrimineralprovinns |
| ● Jern og jern-titan | ▲ Apatitt |
| ● Molybden og wolfram | ▲ Barytt |
| ● Kobber, sink og bly | ▲ Granat |
| ● Nikkel og kobolt | ▲ Flusspat |
| ● Sølv og gull | ▲ Kalkstein |
| | ▲ Kvarts og kvartsitt |
| | ▲ Magnesitt |
| | ▲ Pegmatittisk feltspat |
| | ▲ Pegmatittisk glimmer/muskovitt |

10 km

Kartgrunnlag: Viola, G., Bingen, B. og Solli, A:
Berggrunnskart Kongsberg litotektoniske enhet,
Kongsberg-Modum-Hønefoss M 1:100 000.
Norges geologiske undersøkelse



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
- NGU -



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