



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr 7363	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Frank M. Vokes	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Koboltgruvene på Skuterudåsen: vet vi hvordan koboltåren så ut?				
Forfatter Vokes Frank M., Sandøy Roar		Dato År 23.09 2004	Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)	
Kommune Modum	Fylke Buskerud	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 17141	1: 250 000 kartblad Skien
Fagområde Geologi Mineralogi Historikk	Dokument type		Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Modumfelet Skutterud Nord gruva Mellom gruva Syd gruva	
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype Co,As,Cu,			
Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse Foredrag prsenterert på Bergingenørenes høstmøte 2004. Er kopier av de overheads som ble vist i smmenheng med fordraget. Går gjennom historien, bruksområder, gruve drift, geologi og dannelsesprosesser.				

Koboltgruvene på Skuterudåsen

Vet vi hvordan koboltåren så ut ?

Frank M. Vokes & Roar Sandøy
Institutt for geologi og bergteknikk
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Innledning Kobolt

Koboltgruvene ved Skuterudåsen

- Drift på kobolt sulfat-arsen mineraler (sulfarsenider) for fremstilling av blått fargepigment, koboltblått (Koboltoksid)

Koboltblått er kjent fra egyptisk og babylonsk keramikk og glass

Høsten 1772.

- Ole Witloch finner koboltmalm på Skuterudåsen

1773/1776

- Oppstart med gruvedrift

1780

- Beskrevet som eget grunnstoff
- starten på moderne industriell bruk av kobolt
- fortsatt som fargepigment
- kjemiske forbindelser til industriell bruk



Innledning Kobolt

1822

- Gruvene eid av staten frem til 1822, da de blir privatisert.
 Storhetstiden starter
 Stadig økende overskudd til tross for klart avtagende malmkvalitet og produksjon av malm på dypere nivå.

1828

- Kunstig fremstilt ultramarin i Frankrike
 Industrielt gjennombrudd for ultramarin i 1840-årene
 Utkonkurrerte koboltblått

1848

- Gruvene konkurs. Solgt til engelske eiere i 1849.
 Storhetstiden slutt

1893/1898

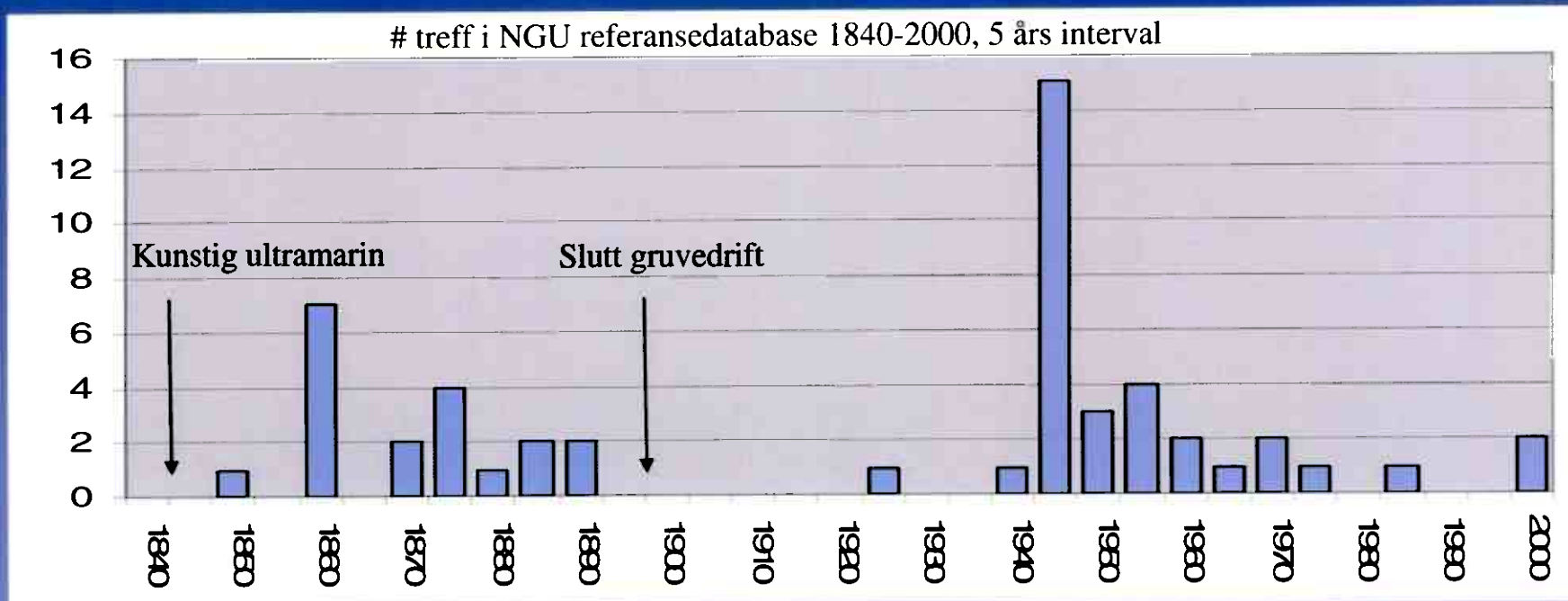
- Gruvedriften slutt (på saksiske hender fra 1856)

Innledning Kobolt

Old mines don't die,
they only close down – and rest for a while

Håp om at et nytt tidsvindu skal åpne seg for forekomsten.

Innledning Kobolt



1910: Co i stållegeringer (superlegeringer)

1956: Vokes, NGU

1971: Kvaal-Hygen, NTNU

1993: Deler av gruveområdet åpnet for publikum

- Ca 80 små skjerp og røsker,
- Drift på ca 40 større skjerp og gruver i området.



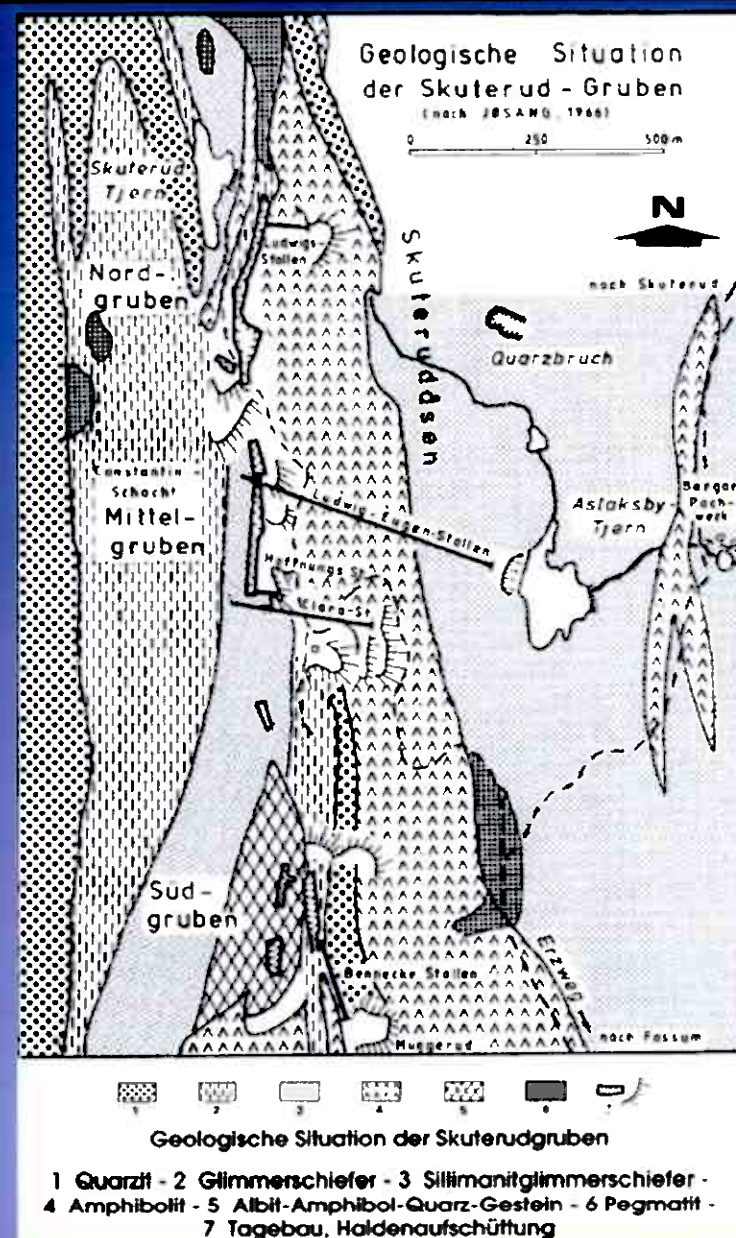
Koboltgruvene på Skuterudåsen

Tre hovedområder

- Syd gruva
- Mellom Gruva
- Nord gruva

Regional strøketretning N-S

- Isoklinalt foldemønster med hovedsakelig N-S gående foldeakser.



Koboltgruvene på Skuterudåsen

Bergartene i området

- Meta-sedimentære bergarter

Kvartsitt

Glimmerskiferkompleks (sillimanitt, qtz, fsp)

- Metamorfe mafiske bergarter

Granat-amfibolitt

Amfibolitt

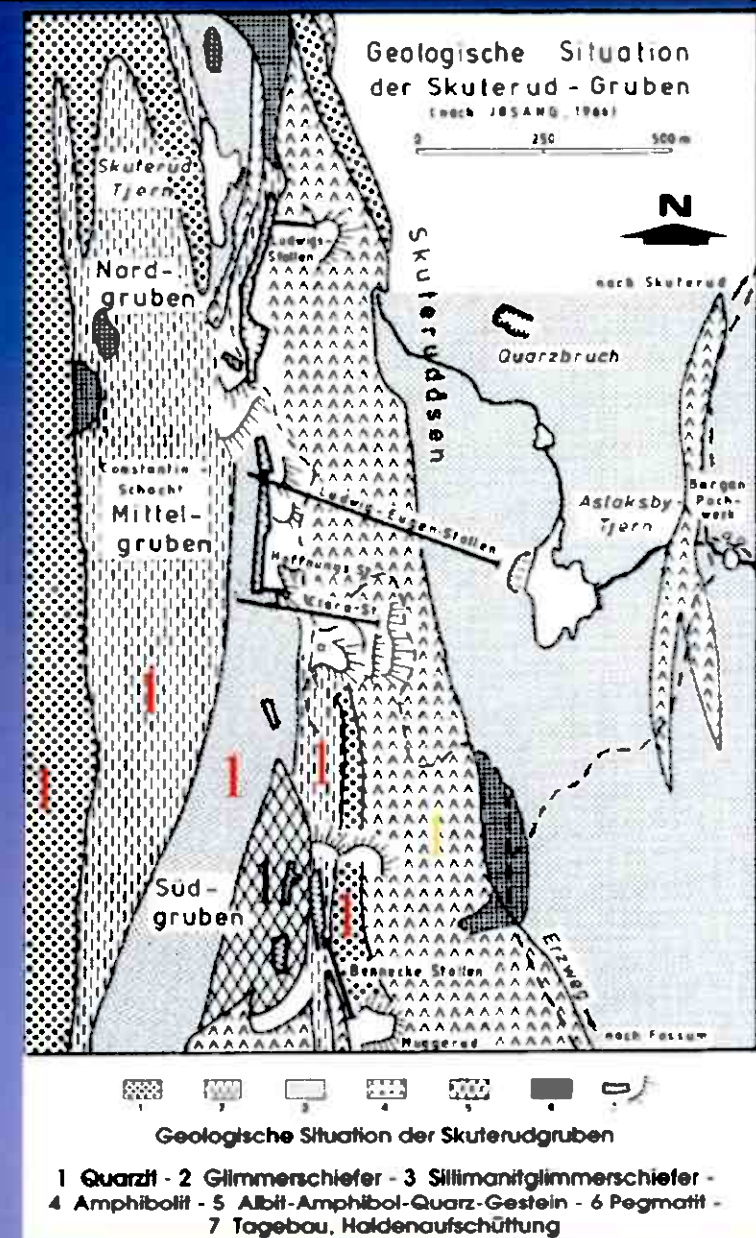
- Hydrotermale/metasomatiske bergarter

Diopsid-kvarts-pyritt ganger

Aktinolitt-kalkspat ganger

Albititter og Feltspat ganger

Kvarts-turmalin ganger



Koboltgruvene på Skuterudåsen

Co mineraliseringen

- Knyttet til fahlbåndsoner
- Kan bli 350-400 m, vanlig rundt 100 m bred.
- Lengde på lengste fahlbånd sone: 11 km.

Fahlbåndsonene

- Fahlbånd

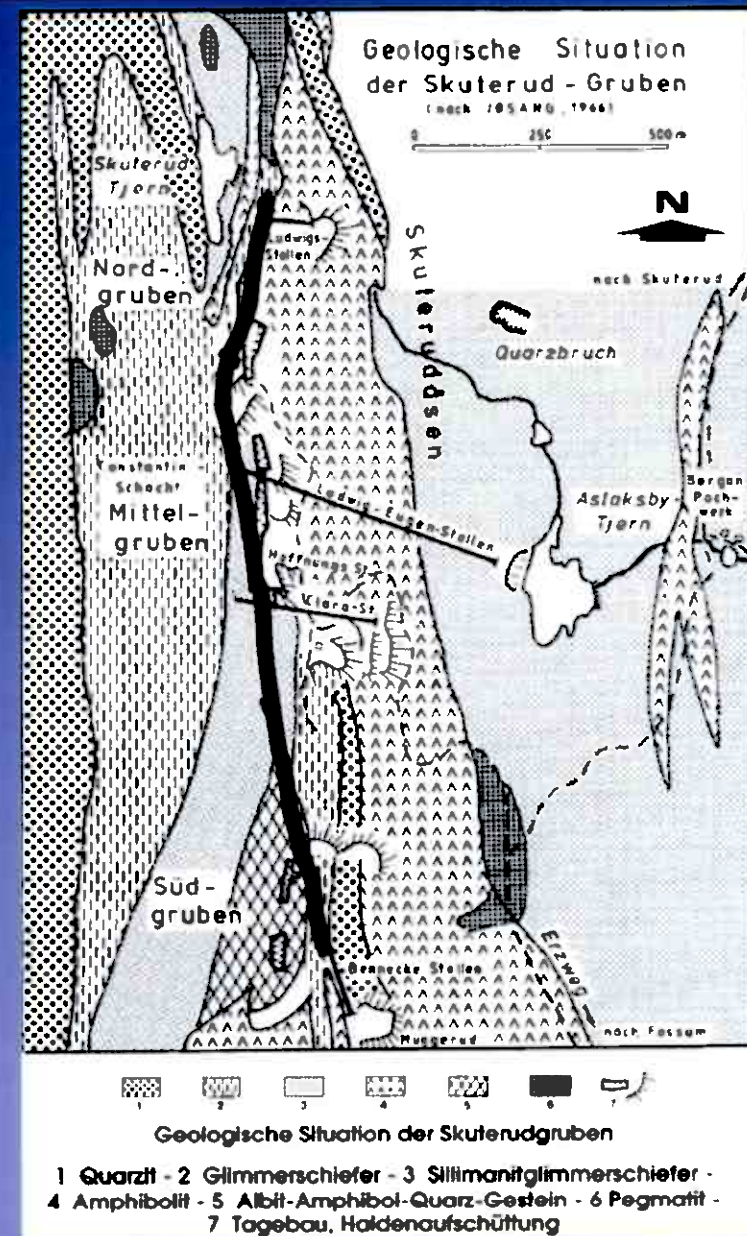
Fahlbånd

- De kvarts-glimmerskifere som har et så stort innhold av kismineraler at de får en tydelig rustfarge ved forvitring.
- Men alle glimmerskifere i området fører aksessoriske kismineraler

Skjønsspørsmål hva som kalles fahlbånd

Vanligste glimmerskiferen i fahlbåndsonen

- Silimanittglimmerskifer



Koboltgruvene på Skuterudåsen

Co mineraliseringen

- Knyttet til fahlbåndsoner
- Kan bli 350-400 m, vanlig rundt 100 m bred.
- Lengde på lengste fahlbånd sone: 11 km.

Fahlbåndsonene

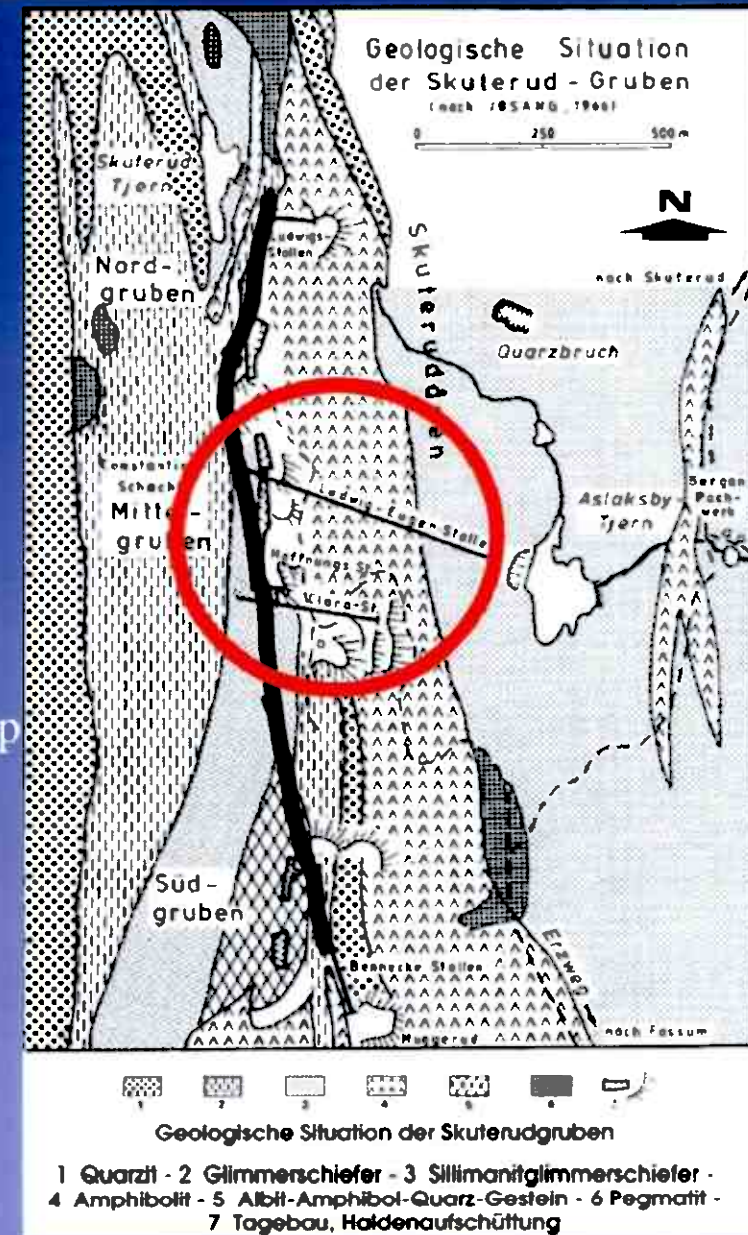
- Fahlbånd
- Ikke-fahlbånd bergarter (ikke-glimmerskifere)
- Amfibolitter, hydrotermale diopsid-kvarts, feltsp

Co mineralisering i begge

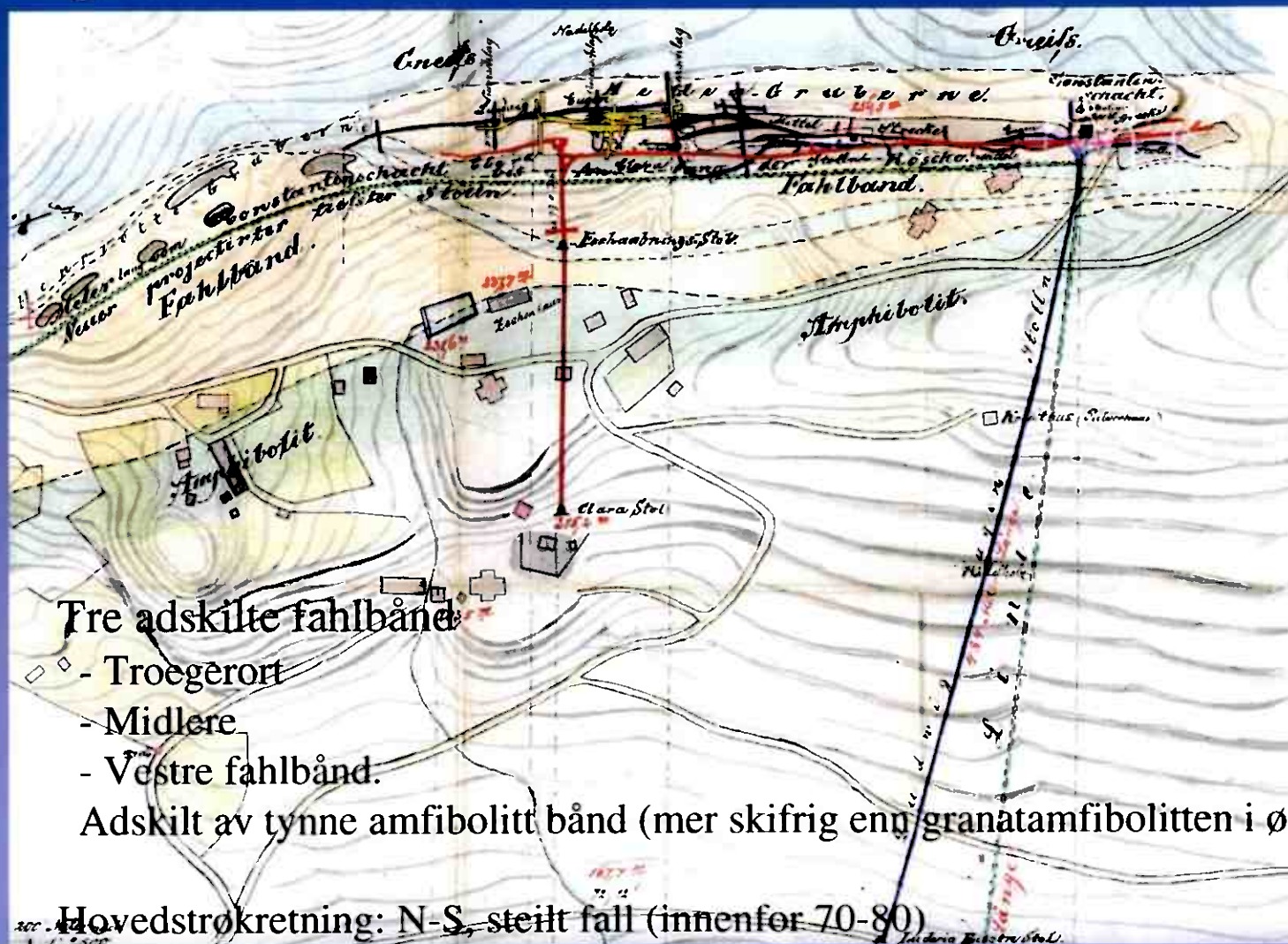
- ikke bare i glimmerskiferne (fahlbåndene)

Men Co mineraliseringen knyttes gjerne til fahlbåndene i fahlbåndsonene

- Den vanlige fahlbåndbergarten består nesten utelukkende av kvarts med flogopitt og turmalin



Mellom gruen

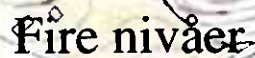


Tre adskilte fahlbånd

- Troegerort
- Midlere
- Vestre fahlband.

Adskilt av tynne amfibolitt bånd (mer skifrig enn granatamfibolitten i øst).

Hovedstrokretning: N-S, steilt fall (innenfor 70-80)



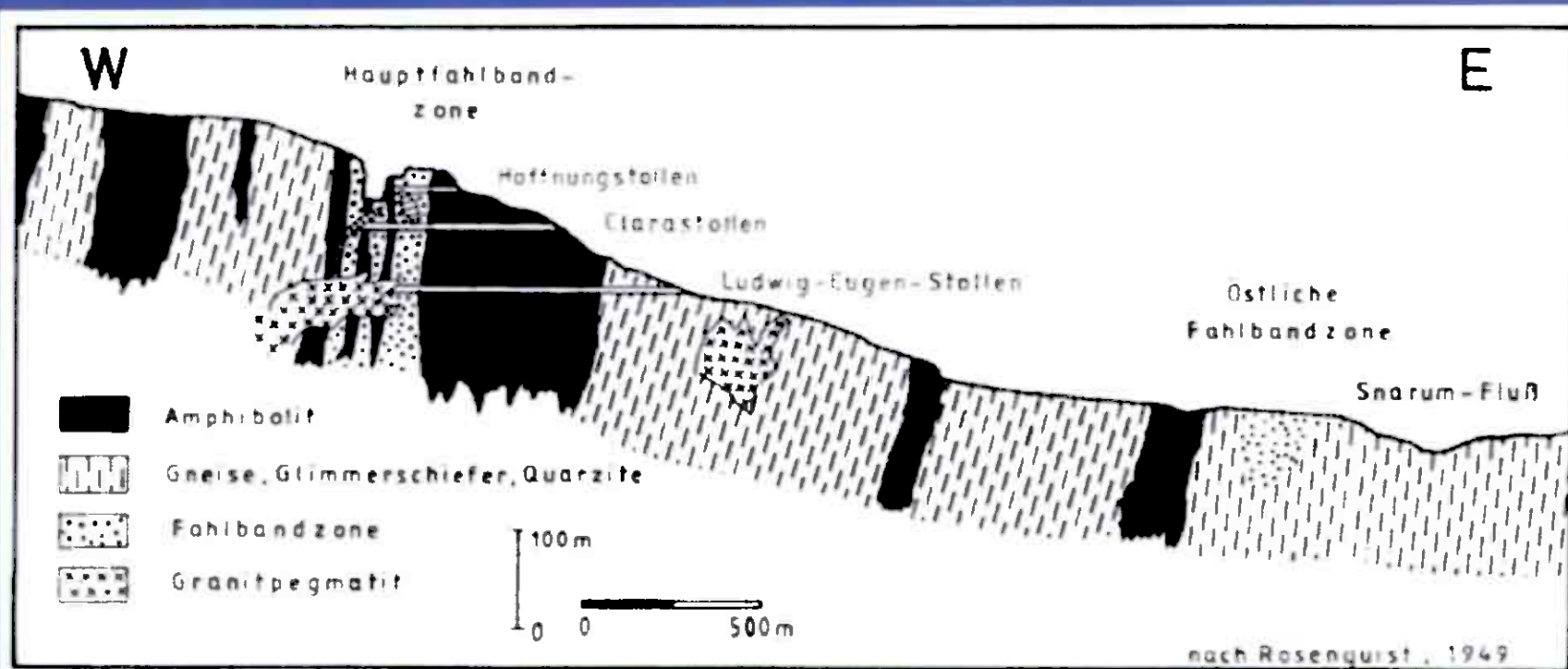
- Forhåpnings stollen
- Clara stollen
- Mellom stollen (Mittelstrecke)
- Ludvig Eugen stollen

Vet vi hvordan koboltåren så ut

Assosiert med fahlbåndsonene

Mineraliseringen er ikke jevnt fordelt i fahlbåndsonen

- Hva er malm



Hvordan så malmen ut ?

Flere av undersøkelsene har ikke funnet malm i det hele tatt.

Vokes 1956:

- "None of the workings showed megascopically visible sulphides".
- Ved bruk av lupe: sjeldne spetter av koboltsulfider og kobberkis

Erythritt (Koboltblomst) finnes på flere nivå
men ikke nevneverdige sulfider når
undersøkte under koboltblomsten.

Kvaal-Hygen 1956:

- Kunne ikke bekrefte høye Mo, Cu og Co verdier fra en Canadisk rapport

Grorud 1998:

- Bare små mengder koboltminerale i prøvene



Hvordan så malmen ut ?

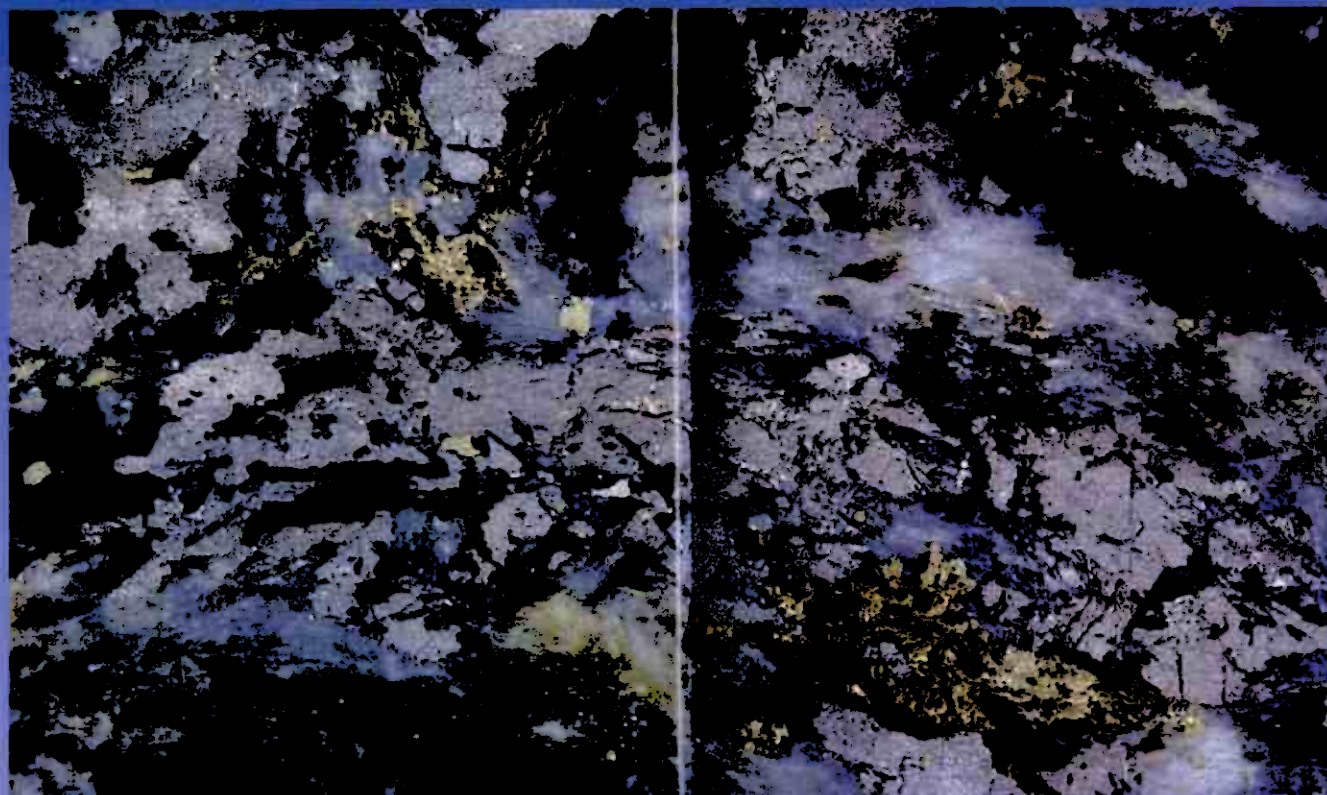
Ingen av disse undersøkelsene fant noe som lignet de massive malm prøvene en har på mineralogisk museum på Tøyen.



Rariteter:
Koboltglans krystaller fra mellomguven

Hvordan så malmen ut ?

Ingen av disse undersøkelsene fant noe som lignet de massive malm prøvene en har på mineralogisk museum på Tøyen.



Massiv malm?

Koboltglans og pyritt omgitt av kvarts, feltspat, biotitt og amfibol.

Hvordan så malmen ut ?

Ingen av disse undersøkelsene fant noe som lignet de massive malm prøvene en har på mineralogisk museum på Tøyen.

Vokes konklusjon

I mulig kontrast til dette

Rosenqvist (1949)

” Grunnen til at gruvene ble nedlagt var ikke at malmen var utdrevet, men at de lavere priser på kobolt og den forholdsvis fattige råmalm gjorde det umulig å drive gruva”.

Mineraler i malmen

Malm mineral – Alle Co arsen sulfider eller Co arsenid (Skutteruditt)

Sekundær produkt fra malm mineralene

Hovedmineral	Bimineral	Spormineral
Kobberkis	Grafitt	Kobber
Magnetkis	Koboltglans (Kobalitt)	Vismut
Svovelkis	Arsenkis/Danait	Sinkblende
	Glaucodot	Blyglans
	Malakitt	Covellin
	Erythritt (Koboltblomst)	Linnæitt
		Molybdenitt
		Skutteruditt
		Kobbervitriol

Mineraler i malmen

Malm mineral – Alle Co arsen sulfider eller Co arsenid (Skutteruditt)

Sekundær produkt fra malm mineralene

Hovedmineral	Bimineral	Spormineral
Kobberkis	Grafitt	Kobber
Magnetkis		Vismut
Svovelkis	Arsenkis/ Danaitt	Sinkblende
	Glaukodot	Blyglans
	Malakitt	Covellin
	Erythritt (Koboltblomst)	Linnæitt
		Molybdenitt
		Skutteruditt
		Kobbervitriol

Hvilke gehalter er det snakk om

1840

Brutt: 200 000 tønner råmalm

Utskeidet: 6000 tønner kobolt pukkmalm 3%

Ved oppredning (utvasking)

100 pund pukkmalm ga 2 pund kobolt slig med 30% Co

0,6% Co av skeidemalm

0,02% Co av råmalm

Vokes sine prøver (1956):

- 0,01 – 0,02% Co

Anslått gehalt på råmalmen:

- Rosenqvist (1949): 0,08-0,1% Co

- Heltzen (): i området 0,01-0,1% Co, mesteparten under 0,05% Co

Formen på malmen

Første beskrivelse: 1819 (J.F.L Hausmann)

- Trodde malmen opphørte på 16 m dyp bare grunne dagbrudd.

Flere indikasjoner på at malmkvaliteten avtok med dypet

- Industrispionasje:

Hemmelige meldinger til den saksiske kurfyrsten om at den beste malmen kun fantes i de øvre lag og at det i dybden kun var pukkerter.

-Synkende malmkvalitet med årene

1820-årene: 2.8 tønner malm per 1 centner farge

1840-årene: 4.5 tønner malm per 1 centner farge

Formen på malmen

Nivå	% Co	Antall prøver
Troeger fahlbånd		
333 m.o.h	0,062	6
316 m.o.h	0,042	6
Midlere fahlbånd		
333 m.o.h	0,093	7
316 m.o.h	0,071	11
296 m.o.h	0,04	2
Vestre fahlbånd		
333 m.o.h	0,098	4
316 m.o.h	0,053	5
296 m.o.h	0,039	7

Rosenqvist (1949)

Formen på malmen

Konklusjon Vokes (1956)

Synes som om bunnen av mineraliseringen ble nådd under driften

Ikke noe mer malm under og i direkte kontakt med de utdrevne ortene,
men kan være separate mineraliserte linser videre mot dypet

Malmsonen opptrer som en horisontalt liggende flattrykt sigar

Lang lengdestrekning

Liten bredde

Liten dybde

(110-120 mellomgruven, ikke mer enn 50-70 m i de andre gruvene.)

Må ha eksistert usammenhengende, smale, rikere, nå utdrevne årer, i tillegg
til den lav-gehalt impregnasjons kobolt mineraliseringen en kan finne i dag.

Kontrollerende faktorer for formen på malmen

Vanlig for metamorfoserte malmforekomster

- Remobilisering i folder
- Malmsonene gjerne avlange i lineasjonsretningen (strekk retning), spesielt når de ligger i skifere eller gneiser.

Sammenheng med foldning

Ingen påvist sammenheng mellom bøyninger i strøketretning og tykkelsen på malmen
Malmen synes ikke å være remobilisert i folder

Sammenheng med lineasjonsretninger

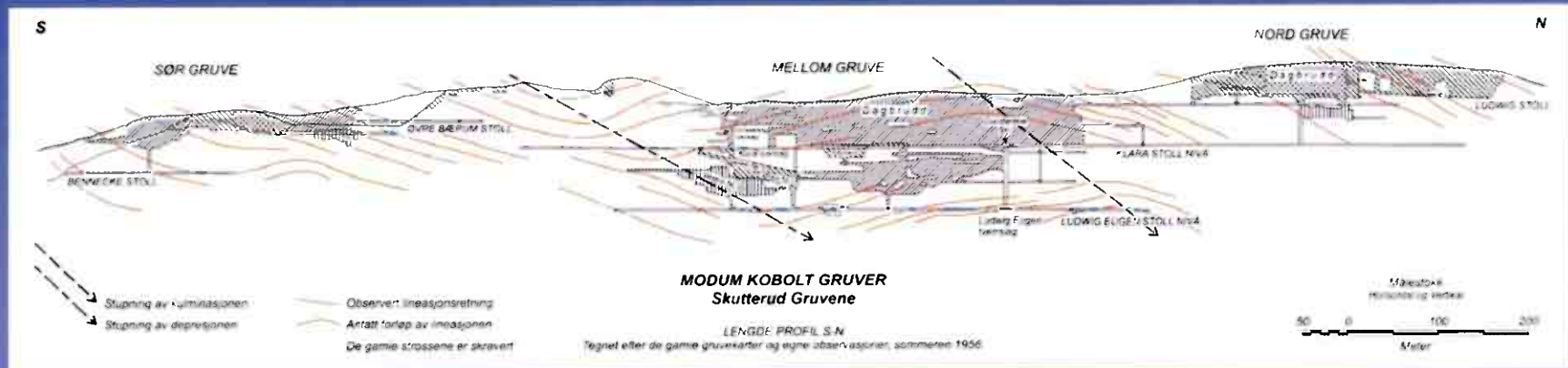
Funnet et lineasjonsmønster definert av

- Mineal lineasjon: hornblende og biotitt
- Stor skala slickensides langs skiferplanene.

Disse lineasjonene er bøyd og definerer en kulminasjon som sammenfaller med mineraliseringen i mellom mellomgruva.

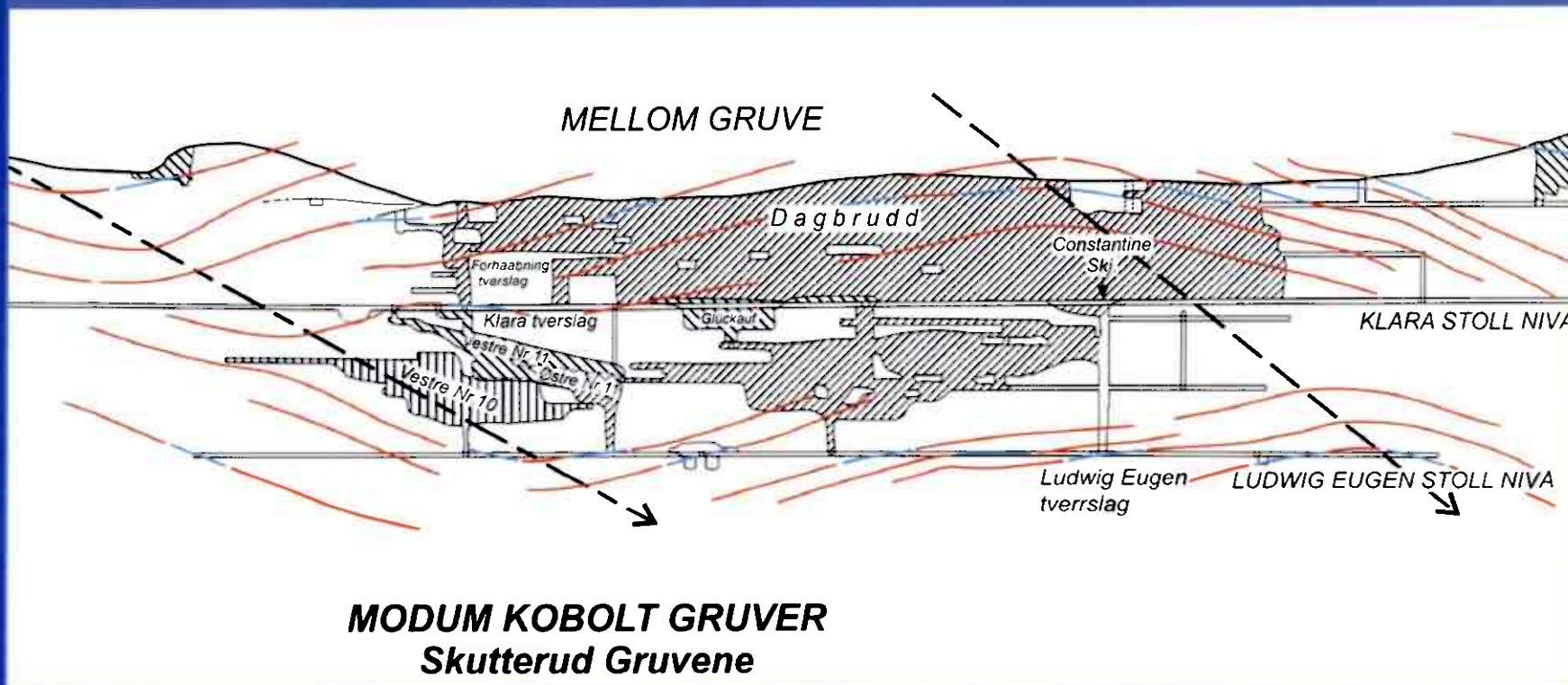
Kontrollerende faktorer for formen på malmen

Foldet lineasjon ?



Kontrollerende faktorer for formen på malmen

Foldet lineasjon ?



Alder og dannelse på Co mineraliseringen

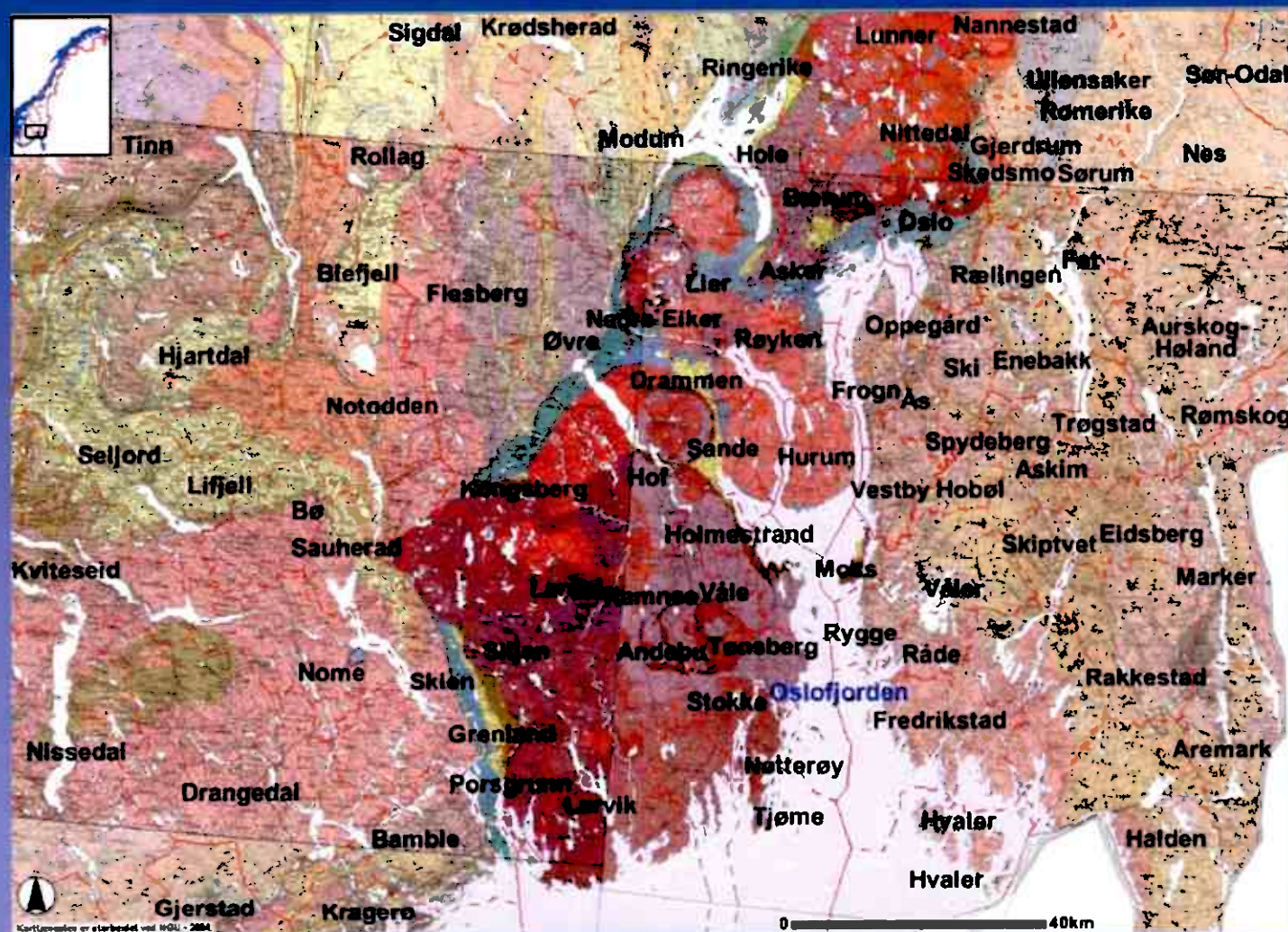
Flere forfattere har antatt permisk alder på forekomstene

- Relatert til den magmatiske aktiviteten og malmdannelsen i Oslo graben
satt i forbindelse med sølv-årene på Kongsberg

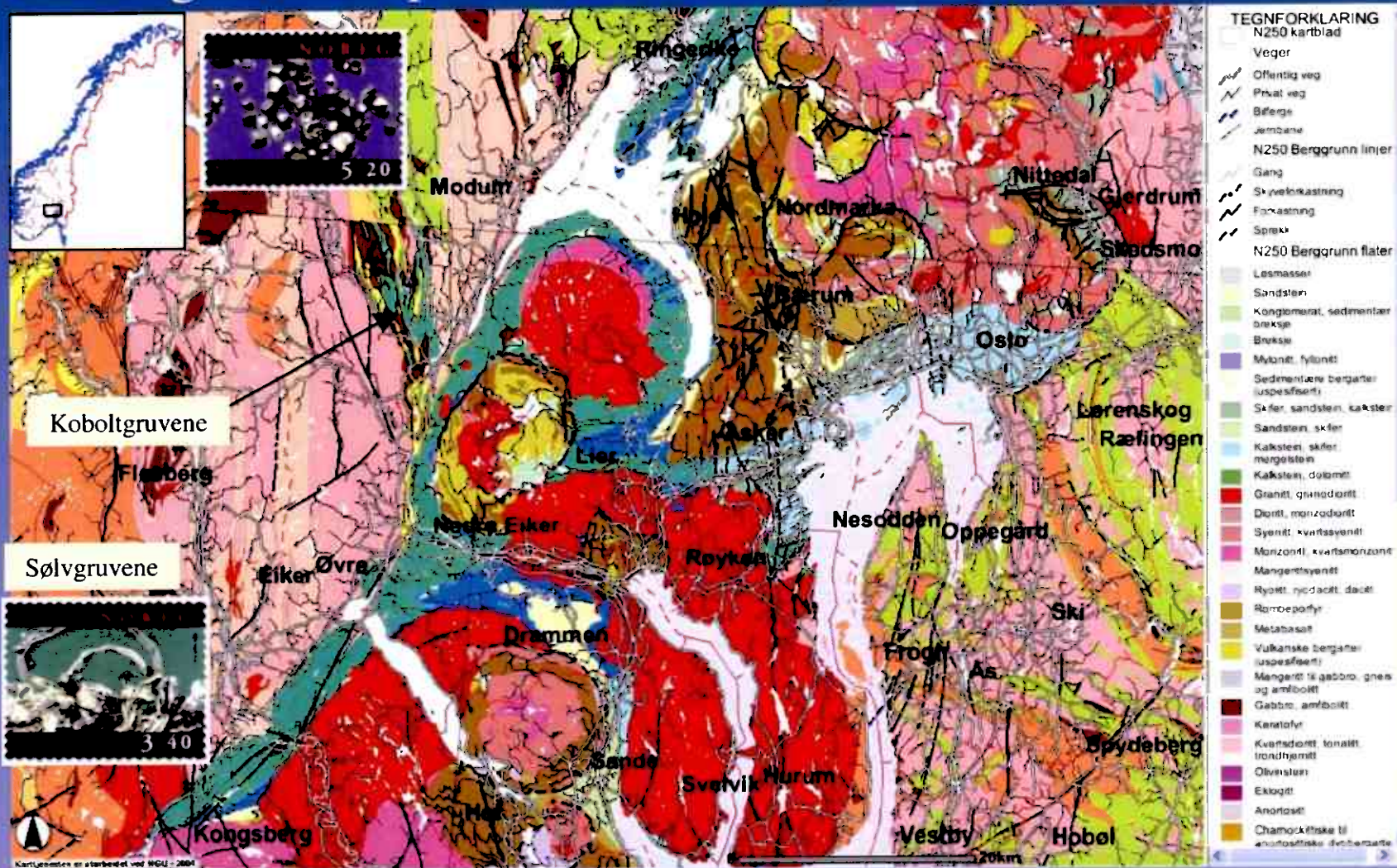
Relasjon Ni-Ag

- Assosiasjonen Co-Ni-Ag er kjent fra flere store malmforekomster i verden,
 - Cobalt
 - Ontario, Harz fjellene i Tyskland
- Både Kongsberg og Modum forekomstene er assosiert med fahlbånd

Alder og dannelses på Co mineraliseringen



Alder og dannelselse på Co mineraliseringen



Alder og dannelse på Co mineraliseringen

Relasjon Ni-Ag

- Navnet Kobolt

Tysk opprinnelse, Arsen holdige Ag-Co årer i Harz fjellene

Ved røsting giftige arsenikkholdige gasser sårdannelse hos røsterne

Mente at det var "nisser" som bodde i fjellet som stjal sølvet og erstattet det med de skadelige "sølvaktige" kobolt-arsen mineraler

Disse nissene ble kalt "Kobolds"

Men i tilfelle Kongsberg-Modum

- Stor avstand (60+ km)
- Det er Co på Kongsberg, men ikke sølv på Modum
- Forskjellig alder på mineraliseringen

Alder og dannelse på Co mineraliseringen

Basert på Grorud og Andersen (1997,1998)

1700-1900 Ma

- Svekofenniske fjellkjededannelsen

Ca. 1500 Ma

- Gotiske/Kongsbergisk fjellkjededannelsen

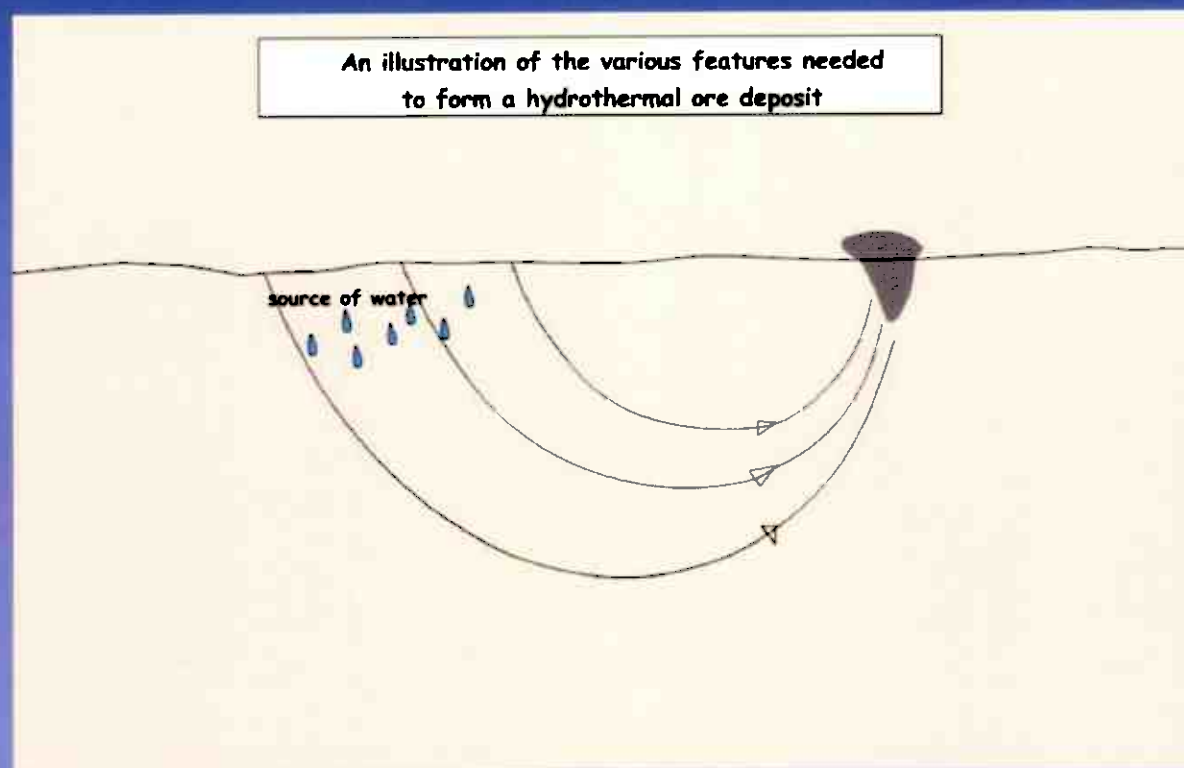
1434±29 Ma

- Kobolt mineraler utfelt fra oksiderende fluider i en opprinnelig sedimentær bergartsenhet.
- Co kilden trolig var omkringliggende meta-sedimentære bergarter.
(Grafitt fraværende eller etset bort i områder med koboltmineralisering)

1224 Ma

- Intrusjon av gabbro (sør for gruvene)

Alder og dannelse på Co mineraliseringen



Alder og dannelse på Co mineraliseringen

Basert på Grorud og Andersen (1997,1998)

1200-900 Ma

- Svekonorvegiske fjellkjededannelsen

Gjennomgående deformasjon og dannelse av regional foliasjon/skiffrighet
gabbro granat-amfibolitt

1170 Ma : Maksimums temperatur nådd (800?)

1146±66 Ma: Remobilisering og nydannelse av koboltmineraler i rekkefølgen:

- Saffloritt , koboltglans, glaukodot, danaitt (Co-holdig arsenkis) og skuteruditt

1080 Ma: første plagioklas ganger

Regime med retrograd fluid infiltrasjon og grønnskiifer facies metamorfose

Alder og dannelse på Co mineraliseringen

Konklusjon

Co mineraliseringen er ikke permisk, men dannet for 1434 Ma.

I en roligere periode mellom to perioder med fjellkjededannelse

Hovedformen på mineraliseringen

Dannet tidlig i den Svekonorvegiske fjellkjededannelsen

Senere (1146 Ma) er malmen remobilisert

-Dette trinnet ga den nåværende teksturen og kjemiske sammensetningen på koboltmineraliseringen.

Undersøkelsene de siste 50 år har ikke påvist de massive partiene med Co malm som det en gang ble drevet på sammen med den lavere gehaltige disseminasjonsmalmen en i dag finner i de brutte områdene

Gruvetur senere i dag: Kanskje finner en malm i dag ?