



| | | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| Bergvesenet rapport nr 5714 | Intern Journal nr | Internt arkiv nr | Rapport lokalisering | Gradering |
| Kommer fra arkiv | Ekstern rapport nr Aspro | Oversendt fra Elkem AS | Fortrolig pga | Fortrolig fra dato: |
| Tittel Geological mapping in the Söve-area, Fen Carbonatite Complex, South Norway. | | | | |
| Forfatter Morten C. Andersen | | Dato År 22.11. 1983 | Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) AS Megon | |
| Kommune Nome | Fylke Telemark | Bergdistrikt | 1: 50 000 kartblad 17134 | 1: 250 000 kartblad Skien |
| Fagområde Geologi | Dokument type | | Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Fensfeltet | |
| Råstoffgruppe Industrimineral | Råstofftype RE | | | |
| <p>Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse</p> <p>Detailed geological mapping (1:1000) was carried out within a 0,4 km² area in the northernmost part of the Fen Carbonatite Complex.</p> <p>Structural analysis of faults and faultcontrolled sovite-intrusions could suggest:</p> <ol style="list-style-type: none">1) two generations of sovite-intrusion and2) the presence of high-level sovitic residual-magma. These considerations are however speculative and needs further testing in other parts of the complex. <p>No new minerization were found, but new exposures of lamprophyric rocks were located SSW of torsnes. Alltough this lampophyre (in contact to lampophyres previously encountered in Tuftehavna area) proved unmineralized, the presence og lampopyric roks in the northern part of carbonatite complex points towards a more widespread occurance of this rack-type than previously realized.</p> | | | | |



PROSPEKTERING

GAMLE RINGERIKS Vei 14, POSTB. 83 - 1371 STABEKK

INNEHOLD AV AKTIESELSKABET SYDVARANGER

Tlf. (02) 12 05 18
(02) 53 08 34

Telex 72 987 aspro n

INTERN RAPPORT.

DATO: 22.11.83

RAPPORT NR: 1454

KARTBLAD 1713 IV

Antall sider
— " — bilag 1

SAKSBEARBEIDER

Morten C. Andersen, exploration geologist

RAPPORT VEDRØRENDE:

Geological mapping in the Søve-area,
Fen Carbonatite Complex, South Norway.

RESYMÉ:

Detailed geologic mapping (scale 1:1000)
was carried out within a 0.4 km² area in
the northernmost part of the Fen Carbonatite
Complex.

Structural analysis of faults and fault-
controlled søvite-intrusions could suggest:

- 1) two generations of søvite-intrusion and
- 2) the presence of a high-level søvitic
residual-magma. These considerations
are however highly speculative and
needs further testing in other parts of
the complex.

No new mineralizations were found, but new
exposures of lamprophyric rocks were located
SSW of Torsnæs. Although this lamprophyre
(in contrast to lamprophyres previously
encountered in the Tuftehavna area) proved
unmineralized, the presence of lamprophyric
rocks in the northern part of the carbonatite
complex points towards a more widespread
occurrence of this rock-type than previously
realized.

FORDELING
OSLO:

| | |
|---|------------------------|
| 1 | Bergmesteren |
| 1 | I.D. Bergvervskontoret |
| 1 | U.S.B. |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

KIRKENES:

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

ANDRE:

| | |
|---|-------------------|
| 2 | Union Minerals |
| 1 | Fenco |
| 1 | Siv.ing. Cappelen |
| 1 | Elkem |
| 1 | Å.S.V. |
| 4 | ASS |
| | |

KOMMENTAR:

INTRODUCTION

Geological mapping was carried out in the period Sept. 19. to Oct. 7 during which a total of 15 days were spent in field.

Field work was concentrated on the peripheral parts of the carbonatite complex, in the area between the Hydro Quarry and Torsnæs - see Fig. 01. The westernmost part of this area is previous mapped in detail by S.D. Olmore (Olmore, 1981), while the area from Søre to Torsnæs so far has been subjected to reconnaissance survey by S.D. Olmore, who recommended further detailed work.

All of the Fen area was mapped by E. Sæther in 1946, and the Søre Area was subjected to mining operations for Nb by A/S Norsk Bergverk in the period 1953-1965. Results of the geologic mapping and the prospecting and mining operations are presented in the works of Sæther (1957) and Bjørlykke & Svinndal (1960).

TABLE OF CONTENTS .

| Petrographic descriptions/field relations | page |
|---|------|
| Fenite | 1 |
| Syenitic fenite/Nepheline syenite | 1 |
| Fenite breccia | 1 |
| Basic silicate rock | 1 |
| Søvite | 2 |
| Lamprophyre | 2 |
| Rauhaugite type II | 3 |
| Damtjernite/Damtjernite breccia | 3 |
| Structural geology | 4 |
| Mineralizations | 5 |
| Conclusions | 5 |
| Figures | 6 |
| References | 10 |

PETROGRAPHIC DESCRIPTIONS/FIELD RELATIONS

Fenitized rocks

Fenite:

In this report the term fenite covers all rock types which can macroscopically be recognized as metasomatic altered Precambrian gneiss. The fenite is typically red or greenish gray, medium to coarse grained, and often exhibits mm-scale irregular ? aerigine-filled cracks and joints.

Fenite is often transected by numerous veins and dikelets of white søvite with mafic sillicate-rich margins, giving the rock a megascopic mosaic texture with angular cm-scale fragments of fenite in a matrix of white søvite - see fig. 02.

Fenite is characteristically composed of K-feldspar and aegirine +/- Na-amphibole as the dominating phases while calcite, apatite, quartz, titanite, zirkon and pyrite occurs as minor constituents (Sæther, 1957, Olmore, 1982).

Syenitic fenite/Nepheline syenite

Where the metasomatic alteration process is almost complete the rock typically consists of K-feldspar, albite, chlorite, aegirine and biotite (Olmore, 1982) and is termed syenitic fenite.

Pulaskitic fenite (Sæther, 1957) is a completely recrystallized medium to coarse grained nepheline syenite with up to 3 mm euhedral dark aegirine crystals in an equigranular matrix of fine to medium grained K-feldspar, nepheline, calcite and ? biotite.

Pulaskitic fenite is seen at a few scattered localities along the shore of Lake Norsjø.

Fenite breccias

Along the northwestern margin of the Hydro dike fenite is developed as a breccia with mm- to m- scale angular to rounded fragments of fenitized gneiss in a fine grained red matrix of syenitic fenite. Fenite breccia is also seen at scattered localities on the peninsular Torsnes.

Basic sillicate rock

In the area around Torsnæs peninsular basic sillicate rock is dominated by feldspar- biotite- calcite rocks, "which must be interpreted as altered fenites and shonkinites" (Sæther, 1957 p. 82).

Between the Hydro Dike and the Cappelen Quarry basic sillicate rock occurs as variable amounts of melteigite, ijolite, biotite-søvite and feldspar-biotite søvite intermingled with fenite.

At a few scattered localities SW of the Cappelen Quarry a hybrid phase between basic sillicate rock and fenite is developed. This hybrid phase occurs in the field as a dark, slightly reddish, medium grained, homogeneous rock.

Basic sillicate rocks in the Søvte-Tufte and Søvte-Torsnæs area are heavily altered and mixed up with fenite (locally with søvite), and any further sub-division of the map unit in this area is probably of little or no value.

Søvite

At the type locality Søvte (and elsewhere along the shore of Lake Norsjø) søvite occurs as veins and dikes sizing from mm- to 10 m-scale.

The most prominent localities in the area are the Hydro and Cappelen quarries, where søvite is seen as a white to slightly pink, massive, medium to coarse grained calcite-rock with variable amounts of magnetite and ? pyrochlore.

Field evidence of two generations of søvite intrusion is seen in a road cut at the entry to the Cappelen Quarry. The first generation has developed a søvite- fenite- migmatite complex, where white to pinkish søvite intrudes fenite as numerous irregular dikes and veins in mm- to m-scale. This søvite often contains layers and lumps of mafic sillicates, dominantly biotite - see fig.03.

The second generation of søvite intrusion is clearly related to a conjugated fault system, where søvite is intruded in fault planes as cm- to m- scale dikes - see fig.04.

In the southwestern part of the Hydro Quarry, pegmatitic søvite is seen in a fault zone. Similar coarse grained søvite is seen at one locality in the northern part of the Cappelen Quarry. The pegmatitic søvite is white to grayish with up to 5 cm large euhedral calcite crystals.

Lamprophyre

Lamprophyric rocks outcrops in the Torsnæs area as a steeply dipping NW-SE trending dike (overall orientation of dike: 123°/85° NE) with maximum thickness 4 m and estimated length 50 m.

The rock is a dark gray biotite lamprophyre. Brownish-black euhedral biotite (? phlogopite)- phenocrysts reach 5 mm in size. Similar biotite-phenocrysts are locally set in a finegrained dark gray groundmass thus giving the rock a damtjernitic appearance. The transition zone between the two rock types is gradational (see fig.05) thus indicating a close genetical relationship.

Field evidence also points towards a close genetical relationship between biotite lamprophyre and basic sillicate rock/biotite- calcite fels. The contacts between the rock types are allways gradational within mm- to cm-scale, and there seem to be no significant change in CaCO_3 - content (as measured in the field by reaction with HCl) across the contacts between the different rock types.

The lamprophyric rocks are transected by cm- to dm- scale discordant veins/dikes of rauhaugite type II.

Rauhaugite type II

The large rauhaugite "massif" in the centre of the Fen Complex is not considered in this report, but rauhaugite type II does outcrop at few other localities in the northern part of the complex.

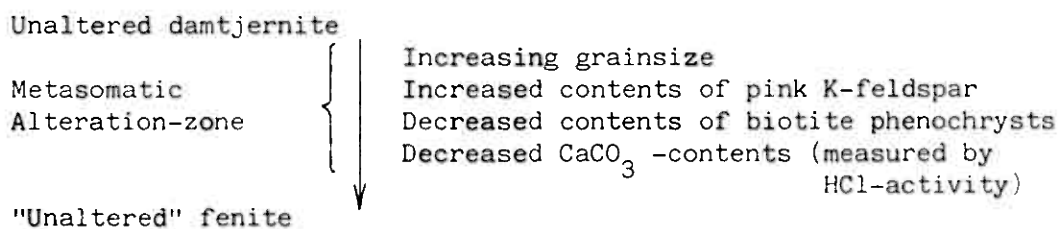
In the eastern part of Cappelen Quarry and southwest of Torsnæs, rauhaugite type II outcrops as numerous mm- to dm-scale dikes (fig. 06). Weathered rauhaugite has a light brown rusty coating while it is yellowish-white or gray on fresh surfaces. The rock shows no or only weak HCl-activity, the dominating minerals being ankerite and dolomite with only minor amounts of calcite (Sæther, 1957 p. 99).

The rauhaugite type II dikes cut fenite, basic silicate rock, both generations of søvite and the lamprophyric rocks.

Damtjernite/Damtjernite breccia

Damtjernitic rocks are exposed at four different localities, three of which show damtjernite breccia.

The damtjernite is a dark porphyritic rock with mm- to cm-scale euhedral biotite phenocrysts in a dark gray fine grained groundmass. Biotite phenocrysts are often rounded along the edges, probably due to mechanical abrasion in the ascending magma. The damtjernite W of the entry to the Hydro Quarry shows a well exposed contact to the surrounding fenite, which clearly demonstrates that the damtjernite is younger than the fenite. The contact is developed as a metasomatic alteration-zone with the following characteristics:



From 0 to about 5 cm from the contact, the biotite phenocrysts in the damtjernite show a pronounced parallel orientation of crystallographic c-axes perpendicular to the contact, thus defining a rough flow-banding. This flow-banding is vertical, and could therefore support the idea of damtjernite intrusions as pipe- or dike-like bodies (Wiik, 1982 p. 11).

The damtjernitic rocks SE of the Hydro Quarry, S of the Cappelen Quarry and at Søve, are developed as breccias - see fig. 07. The matrix is like the previously described damtjernite, but in addition the rock contains numerous fragments of søvite, fenite and rauhaugite ranging in size from mm- to m-scale. In the damtjernite breccia S of the Cappelen Quarry the fragments/matrix-ratio exceeds 1 as seen in outcrops, and this is something to be considered in other parts of the Fen area as well, especially regarding interpretation of gravity measurements because the specific density of damtjernite is drastically reduced with increased contents of other rock fragments.

STRUCTURAL GEOLOGY

The dominating structural features within the area are dikes and faults, the Hydro Dike being the main single structural element. This dike is traced for about 350 m and reaches a thickness of 30 m, where it disappears into Lake Norsjø whereas the thickness in the SW part of the map area is reduced to about 10 m. In the Hydro Quarry strike of the dike is 34° and dip $79^\circ - 84^\circ$ towards SE.

From W to E along the shore of Lake Norsjø there is a tendency for major, early sèveite dikes (including the Hydro Dike) to change direction of strike from NE-SW to E-W. This could reflect part of a ring-dike pattern around the centre of the whole Fen carbonatite complex, although the dip of the different dikes is somewhat variable, 80° N to 68° S. Other sèveite-intrusions of this early phase occur as numerous irregular dikes and veins resulting in a migmatization of fenite/basic silicate rock - see fig. 08.

Later sèveite-intrusion is controlled by a conjugated fault-pattern, which is well developed/exposed in the area between Tuftestollen and Sève - see fig. 04. Measurements on different pairs of conjugated faults show a systematic change in direction of max. stress (δ_3) when going from the Cappelen Quarry in the E to Tuftestollen in the W - see plate 01. Although the number of measurements is limited (8 pairs) the variation is considered significant, and it is interesting to note that δ_3 in all areas points "outwards" i.e. more or less away from the centre of the carbonatite complex. This could indicate that the conjugated faults and the associated late sèveite dikes formed in response to a radiating stress directed away from the centre of the complex. This stress could be caused by a late-stage, high P residual sèveite magma, the centre of which would be rather shallow (compared to present day erosional level) as the plunge of the δ_3 -axes varies between $5^\circ - 21^\circ$. These speculations, however, needs much more testing in the field before any further conclusions regarding an eventual late-stage, high level sèveite residual magma can be given. In this context chemical analysis of different generations of sèveite material could be of great help, as these might delineate an eventual differentiation trend towards a late-stage residual sèveite magma.

Major faults in the area are steep, trending NE-SW to NW-SE. Although it is difficult/impossible in the field to establish the magnitude and direction of slip along these faults, the outcrop-pattern shows that displacement must be considerable in some cases.

Based on observations from diamond drilling, Bjørlykke & Svinndal (1960, p. 107) postulates a vertical displacement of 60 m along the major fault in the SE part of the Cappelen Quarry, the SE block being the downfaulted one.

Observations along the major fault-system at Sève are scarce because the area has been used as waste disposal area during mining operations. There are however few outcrops along the eastern margin of the system, which show a considerable drag, indicating a horizontal sinistral slip-component in the order of 40 m. In addition to this horizontal component, Sæther (1957, p. 128) considers a downfaulting of the eastern block likely.

MINERALIZATION

Except for the Cappelen and Hydro deposits, no mineralizations of potential economic grade is seen within the mapped area.

One sample of biotite, lamprophyre (MCA 83.001) was submitted to IFE for analysis for Nb, Ta, Y and P, giving the following results:

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| Nb_2O_5 | 0,05% (estimated 0,04%) |
| Ta_2O_5 | 0,05% |
| Y_2O_3 | 0,05% |
| P_2O_5 | 1,6% |

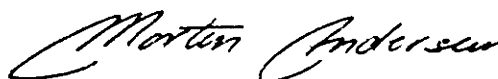
It is obvious that this biotite-lamprophyre is unmineralized and in this respect far from comparable to biotite-apatite-lamprophyres encountered in the Tuftehavna area (Qvale, 1982), although the two rock types macroscopically show great similarities.

CONCLUSIONS

Although unmineralized, the occurrence of biotite-lamprophyre at Torsnæs is interesting, because it demonstrates a more widespread occurrence of lamprophyric rocks in the Fen area than hitherto known. As lamprophyres encountered in the Tuftehavna area are highly mineralized, this rock type should be looked for in other parts of the Fen Area (maybe as part of a ring-dike complex).

In the area considered in this report, attention should be paid to the part of the Tufteestollen, which represents the same geological setting (in relation to the centre of the complex) as the Tuftehavna area. Furthermore would it be desirable with a reexamination of material from earlier diamond drilling, aimed at locating eventual new occurrences of lamprophyric rocks.

Oslo, November 22. 1983



Morten C. Andersen
Exploration geologist



Lake Norsjö



Location of the map area.

M
1:10000

PROSPEKTERING A/S

Fig. 01

MALE

TECHN.

TRACE



Fig. 02. Pink fenite with mm-scale light sèvite veins. Note the mafic sillicate-rich margins of the sèvitic veins, and the mosaic pattern of the veining.



Fig. 03. Flow-banding of mafic sillicate-rich layers in white to pinkish sèvite.



Fig. 04. Conjugated faults
and fault-controlled
late seltic dikes.



Fig. 05. Biotite-lamprophyre showing gradational
contacts to surrounding damtjernite-like rock.



Fig. 06. Rusty weathering mm-cm-scale rauhaugite type II dikes transecting fenite and søvite. Cappelen Quarry.



Fig. 07. Damtjernite with numerous fragments of søvite, fenite and rauhaugite.



Fig. 08. Fenite/sövite
migmatite transected by
late-stage, fault controlled
sövite dike.

REFERENCES

- Bjørlykke, H. & Svinndal S. (1960) - The carbonatite and per-alkaline rocks of the Fen area - Mining and exploration work. NGU, 208 p. 105 - 110.
- Olmore, S. (1982) - Fen Project - update on geological progress. UMN Fen report no. 03, 40 pp.
- Qvale, H. (1982) - Tuftehavna, Fen Complex. South-Norway Geology, mineralogy and mineralizations. A/S Sydvaranger rapport 1354, 59 pp.
- Sæther, E. (1957) - The alkaline rock province of the Fen Area in southern Norway. K.N.V. Skr. 1957, No 1, 150 pp.
- Wiik, V.H. (1982) - The Fen Project. A geological survey of the Vipeto-Rullekoll Sub-area. Å.S.V. report, sept. 1982, 34 pp.

NATURLIG RADIOAKTIVITET I BERGGRUNNEN GAMMASTRÅLINGSKART

FENSFELTET,TELEMARK

Målestokk 1:10.000
Ekvidistanse 5m

Radioaktivitet

Radioaktivitet er et fenomen som skyldes naturlig nedbrytning av enkelte grunnstoffers atomkjerne ved utstråelse av forskjellige typer stråling. Omrentt alt i våre omgivelser inneholder noe radioaktivt materiale.

γ-stråling (γ uttales «gamma») γ-stråling som ikke har rentgenstråling, har stor evne til å trenge gjennom gjenstander. γ-stråling fra radioaktive kilder utenfor kroppen trenger lett inn i alle typer kroppsvæv. μR/h (mikroröntgen pr. time) er måleenheten for γ-stråling

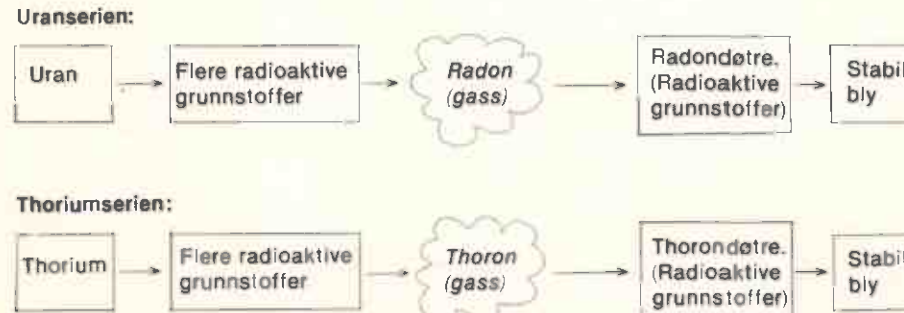
α-stråling (α uttales «alfa») α-stråling består av partikler og har bare en rekkevidde på noen cm i luft. α-strålingen kan ikke trenge gjennom huden. α-strålingen kan bare påvirke kroppsvæv hvis den radioaktive kilden har kommet inn i kroppen.

Radioaktivitet i fjell

Alle bergarter inneholder større eller mindre mengder radioaktive grunnstoffer. De viktigste er medlemmene av uran-og thorium-seriene, samt kalium-40. I enkelte bergarter i Fensfeltet er det uvanlig høy konsentrasjon av elementene i thoriumserien.

Uran, thorium, radon

Fire medlemmer i uran-og thorium-seriene, samt kalium-40, avgir γ-stråler. I uranserien dannes edelgassen radon-222, og i thoriumserien edelgassen radon-220 (thoron). Prosessene kan forenklet settes opp i følgende skjema:



Siden radon og thoron er gasser, kan disse unntippe fra fjellet. Thorongassen brytes så raskt ned at den har liten rekkevidde sammenliknet med radongassen som brytes ned lengst. Særlig radon kan derfor komme inn og akkumuleres i bolighus.

Helsenrisiko

For å få akutte stråleskader, må en bli utsatt for meget store stråledoser. Det er ingen fare for å få akutte skader fra stråling i Fensfeltet. Imidlertid antas at enhver økning av stråledosen vil kunne øke risikoen for skadelige effekter ved påvirkning over lengre tid. Innhalering av thoron-og eller radon-døser er da i de aller fleste tilfeller problemet. Disse kan ved opphold i lungene gi høyere stråledoser til lungenevnet enn normalt. Hos arbeidere i gruver med høy radon-konsentrasjon, er det registrert en overhyppighet av lungkreft. Det antas at høye radonkonsentrasjoner i bolighus også kan føre til overhyppighet av lungkreft. Leseren kan få flere opplysninger om dette temaet ved henvendelse til Statens institutt for Strålehygiene (SIS).

Innsamlert prøvemateriale

Prøver av alle bergartene i området er samlet inn og undersøkt i laboratoriet. Det er lagt vekt på å få en geografisk best mulig fordeling, og et representativt utvalg av de ulike bergartstypene. Provsprepareringen er foretatt ved Geologisk Museum,Oslo. Provene ble analysert med spektrometriske på uran og thorium både på Geologisk Museum og SIS. Nærmere opplysninger om analysemetoder etc. fås ved henvendelse til forfatteren. Tabellen under viser variasjonene i målte uran-og thorium-konsentrasjoner i innsamlert prøvemateriale. Disse verdiene må ikke sammenlignes med vilkårlige andre prøver av samme bergarter. Til sammenlikning er det vist uran-og thorium-konsentrasjoner i bergarter fra andre geologiske områder. Høyre kolonne viser variasjonen i γ-strålingsintensitet for forskjellige bergarter målt i felt.

| Bergartstype | Gram uran pr. tonn bergart | Gram thorium pr. tonn bergart | γ-strålingsintensitet i μR/h målt i felt |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--|
| Fensfeltet med omgivelse | | | |
| Granittak gneis | 1,3-9,0 | 2,5-31,0 | 5-20 |
| Fenitt | ~2,5 | ~10 | 10-20 |
| Sevitt, melteigitt o.l. | 1-60 | 1-50 | 10-50 |
| Rauhaugitt | ? | <2000 | 120-450 |
| Redberg,Gruvåsen, Fenbukta | 5-40 | 560-3000 | 120-450 |
| Redberg,Vipefjell,Fensmyra | 3,5-20 | 160-330 | 40-80 |
| Bunnsedimenter, Fenbukta | <10 | 140-1300 | |
| Andre bergarts-komplekser | | | |
| Aluiskifer, Oslo-Hadeland, G.j.sn. | 150 | 13 | |
| Larvikitt, Oslofeltet, G.j.sn. | 4,2 | 15,1 | |
| Granittter, Telemark. | 1,7-17,4 | 8,0-83,0 | |
| G.j.sn. øvre kontinentale jord-skorpe | 3,0 | 11,4 | |

Sedimenter i Norsjø

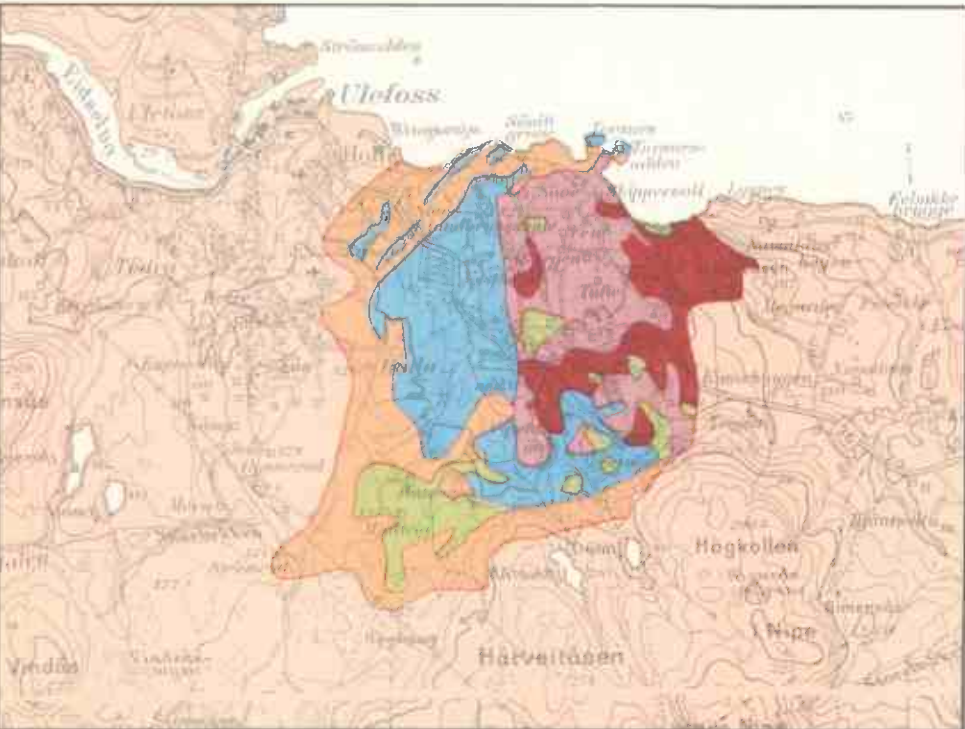
Under driften i gruvene på Fen og Seve ble avfallsstein dumpet i Norsjø. Sevitt-avfallsstein ble renset for radioaktive mineraler og representerer ikke noen strålings- eller radonkilde. Avfallssteinen fra Fen jerngruver ble sendt ut i Norsjø i Fenbukta. Dette var feilsluttet redberg hvor bare den rikaste jernmalmen var fjernet. 4 slamprever er tatt opp fra bunnen i Fenbukta og analysert (konting) i utvassningsanlegg. Norges geologiske undersøkelse. Analysene viser at prøvene er helt uten uran. Thorium derimot! (forkommer i like høy konsentrasjon i bunnsediment som i redberget på land). I bunnsedimentet er uranforbindelser sett og (frem med vannmassene. Thoriumforbindelser har imidlertid så liten løselighet i vann at det fortsatt ligger igjen i bunnsedimentet. Vann til husstander fra el osv. innhakt i Fenbukta vil ikke føre til radon-problemer. Slam fra bunnen vil imidlertid lett kunne forurense drikkevannet.

Kartetets mål og begrensning

Kartet viser hvor γ-strålings-intensiteten er markert høy. γ-stråling er mye enklere og raskere å måle enn radongass. I de samme områdene hvor γ-strålingen er mest intens, kan man også vente at berggrunnen avgir mer radogass enn normalt. Radogassen kan konsentreres i bolighus og gi en ugunstig påvirkning av beboernes helse. Dette arbeidet viser områder hvor boligbygging bør unngås eller hvor eventuelle forholdsregler bør tas. Kartet er i første rekke tenkt brukt som et hjelpemiddel i arealplanleggingen i området. Dette overblikkskartet er av geologisk og prospekteringsmessig begrenset verdi. Ujamnt overdekk av løsmasser og stor forvirring av steinmasser i forbindelse med tidligere gruvedrift er de viktigste årsakene til dette.

BERGGRUNNSGEOLOGISK KART

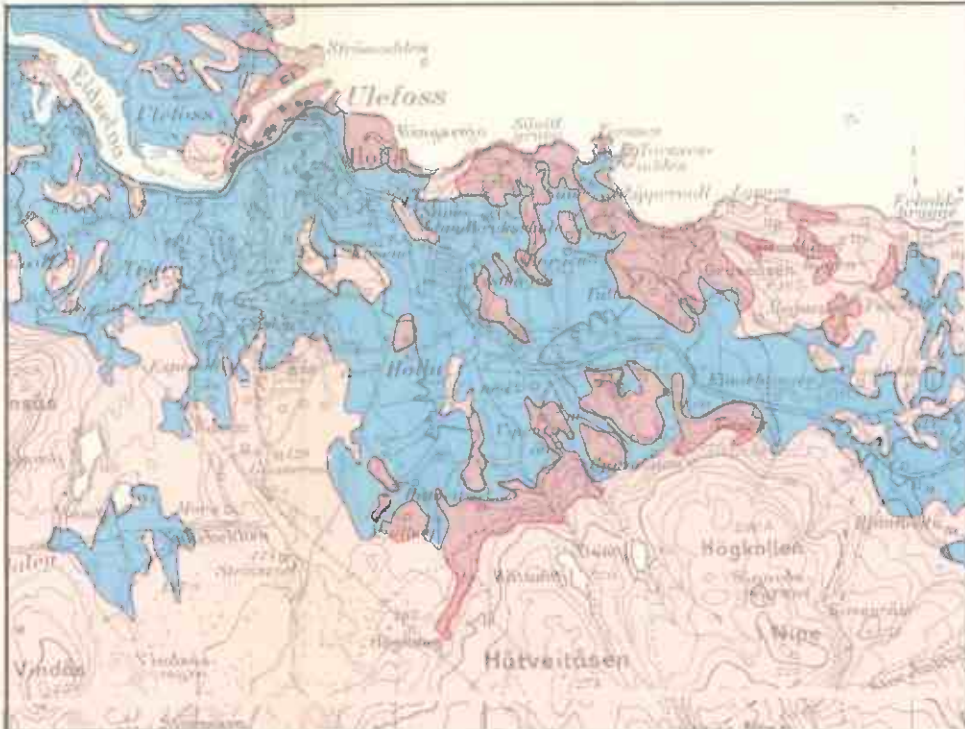
Forenklet etter: Sæther 1957, Ramberg & Barth 1966 og Dahlgren 1978.



- Redberg
- Melteigitt, jolitt, vipeigitt og damkjernitt
- Rauhaugitt
- Fenitt
- Sevitt og beklede bergarter
- Granittiske gneiser, amfibolitt etc.

KVARTERGEOLOGISK KART

Forenklet etter Bergström 1981.



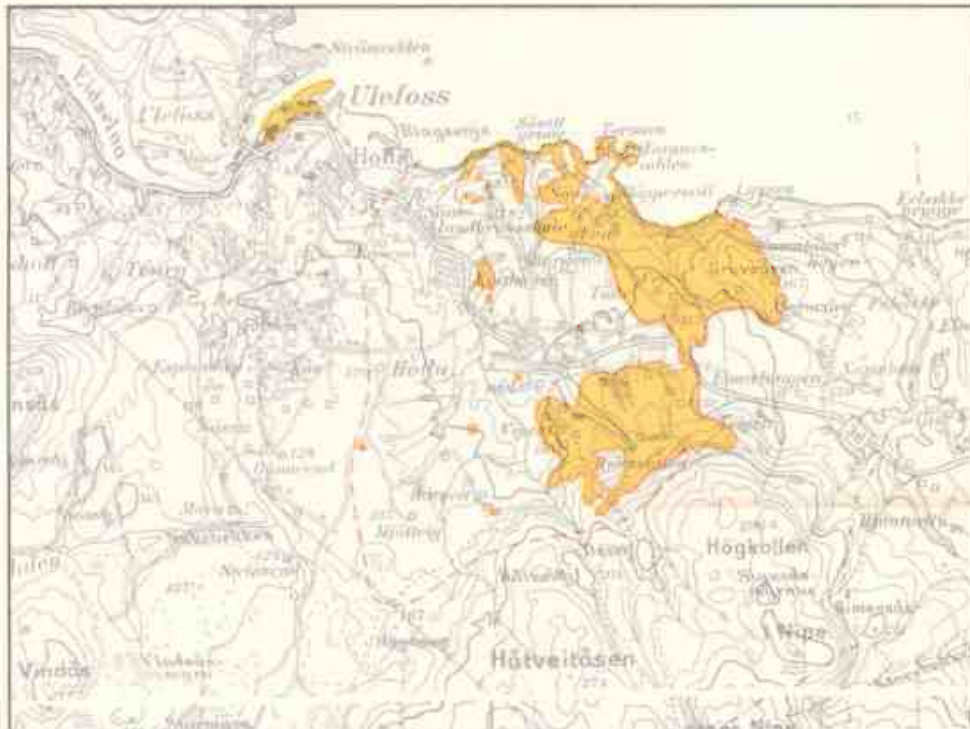
- Bart fjell, tynt eller sammenhengende dekke av morsne havavsetninger.
- Forvitringsmateriale, inkludert slagghauger i Ulefoss, Ringseve og Fenbukta.
- Dype, sammenhengende havavsetninger (silt og leir).

MÅLEPROFILKART



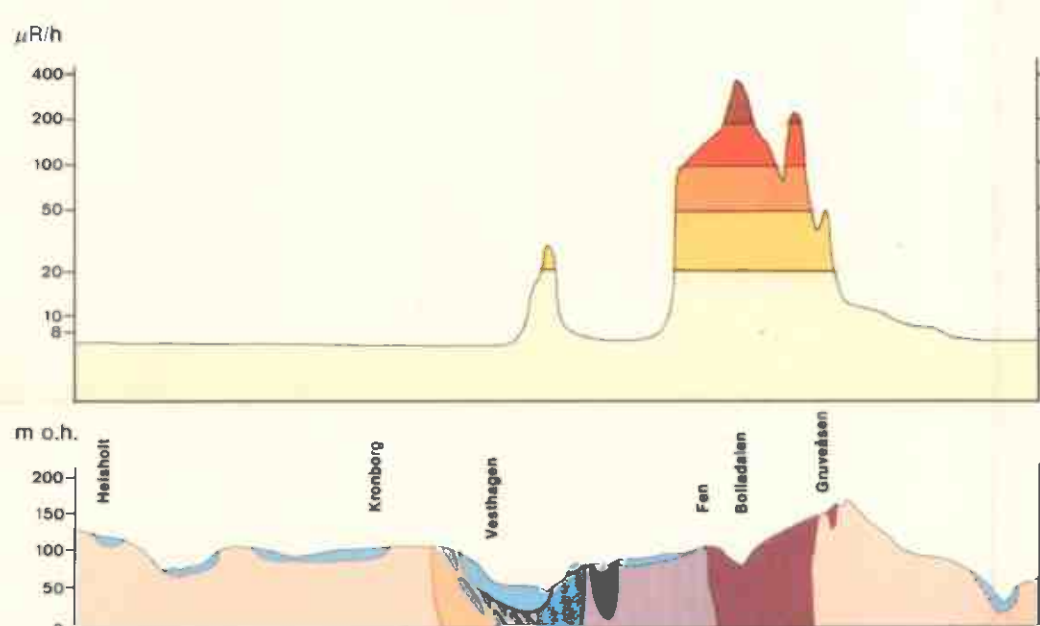
- Trasé for målinger i felt med γ-meter

FORENKLET GAMMASTRÅLINGSKART



- Områder med γ-stråling over 20 μR/h
- Fjerning av løsmasser innenfor silt/pele grense kan gi γ-stråling på over 20 μR/h fra biotittig fjell.

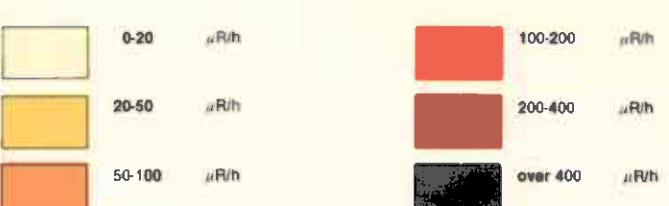
PROFIL OVER GAMMASTRÅLENIVÅETS AVHENGIGHET AV BERGARTSTYPE OG LØSMASSEOVERDEKKE



- Profilene viser sammenhengen mellom γ-strålingsintensitet, bergartstyper og løsmasseoverdekke. For tegnforklaring se de ulike temakart. Legg merke til hvor godt tykke løsmasser reduserer stråleintensiteten. NB! Merk μR/h-verdiene på skalaen i γ-strålingsintensitetsprofilen. Beliggenhet av profil-linje A - B er tegnet inn på forenklet gammastrålingskart.

TEGNFORKLARING TIL GAMMASTRÅLINGSKART

μR/h (mikroröntgen pr. time) er måleenheten for γ-stråling



Feltmålinger

Feltmålingene ble foretatt med et bærbart Strudvik γ-meter. Dette er en scintillasjons-teller med et ralemeter som viser intensitet i μR/h. Instrumentet tilhører SIS. γ-meteret ble kalibrert i felt mot et internasjonalt kalibrert høytrykks ionekammer av type Reuter Stokes Environmental Monitor (Stranden, S.S.). γ-meteret ble holdt konstant ca.1 m over bakken ved måling. Målingene ble utført langs måleprofil-linjer. P.g.a. spesielle forhold vedrørende vegetasjon, topografi, elendomsforhold og arealbruk, har måleprofilene i enkelte områder et uregelmessig forlop. γ-meteret registrerte kontinuerlig langs profilene. Intensiteten ble kartfestet ved hver endring i nivået eller minst for hver ca. 50 meter. Måleprofilene er grovt inntegnet på målepunktkartet. Målingene er lagt tettstet i områdene med de største strålenivåene for å være dem best mulig. Der de geologiske forholdene ikke gir noe grunnlag for uvanlig høy γ-stråling, er det foretatt færre og mer spredte målinger.

Berggrunnsgeologi

Bergartene i Fensfeltet er dannet ved en uvanlig type vulkansk virksomhet. Det ca. 4-5 km² store området ligger på overflaten i dag, er et avstøt gjennom tilfallet i en vulkan som lå høyere oppe. Røret fortsatte med en tilnærmet sylindrisk form over 15 km nedover i jordskorpa (Ramberg 1973). Dagens overflate i antakelig omkring 1-2 km under overflaten som vulkanen dannet den gang den var aktiv for 550-600 millioner år siden. Senere har jordoverflaten blitt slett ned til dagens nivå. De landskapsformer som en kan forbinde med en vulkan, er i dag helt borte.

Bergarter som er særlig typiske for Fensfeltet er kalksteiner dannet ved styrkning av smeltmasser som kom fra jordens indre (karbonatitt). Karbonatitt-bergarter som sevitt og rauhaugitt har fått navn etter gårder på Fen. Navnene brukes verden over hvor slike bergarter forekommer. Andre typiske bergarter er fenitt, melteigitt, vipeigitt og damkjernitt.

Fensfeltet har spilt en betydelig rolle for forståelse av karbonatitt-kompleksers geologi helt siden W.C. Stegans avhandling om Fen som ut i 1921. Han var tidlig ute med å hele de at kalksteiner også kunne ha en vulkansk opprinnelse. Dette var basert på undersøkelser foretatt av ham på Fen. Senere er det funnet en rekke slike vulkaner verden over. Flere av dem er aktive. Noen gir bedre anledning til å studere karbonatitt-prosesser enn det som er mulig på Fen, men Fensfeltet brukes likevel mye som et referanse-område. Nyere geologiske beskrivelser av Fen kan man bl.a. finne i: Sæther 1957, Ramberg & Barth 1966, Griffin 1973 og Bergström 1973.

I 1652 ble det startet gruvedrift på jernmalm i redberget. Denne driften varte til ut i 1920-årene. Malm fra Gruvåsen ble fraktet til Ulefoss for smelting. De store stråle-nivåene på jernmalen ble skyld i stråling fra slagg av malm fra Gruvåsen. I 1950-årene var det drift på niob-mineralet pyroklor i sevitt. γ-stråleintensiteten er særlig høy over redberg og rauhaugitt. I Seve-gruver er det målt relativt høye radon-konsentrasjoner (SIS). I Fen jerngruver (hovedstollen) er det målt γ-stråling på opptil 1000 μR/h. Utbredelsen av de ulike bergartstypene er vist på berggrunnsgeologisk kart.

Kort beskrivelse av bergartene

Redberg: Karbonatitt karbonatitt. Beste bl.a. av kalkspat og forfaldende pyroklor. **Rauhaugitt:** Lav silisiuminnhold. Beste bl.a. av kalkspat og forfaldende pyroklor. **Sevitt:** Høyt silisiuminnhold. Beste bl.a. av kalkspat og forfaldende pyroklor. **Melteigitt, jolitt, vipeigitt, damkjernitt:** Forvitringsmateriale med varierende innhold av pyroxen, hornblende, plagioklaser, kvart, kalkspat, nefelin m.m. **Fenitt:** Quarzvektig masse med en svært liten andel av kalkspat. **Granittiske gneiser, amfibolitt:** Forvitringsmateriale med varierende innhold av pyroxen, hornblende, plagioklaser, kvart, kalkspat, nefelin m.m.

Kvartergeologi

Ved slutten av siste istid, for nærmere 10.000 år siden, trakk Innlandsisen seg tilbake fra Ulefoss-området. Isen la igjen enkelte mindre grusmasser og et usammenhengende morenedecke. Innlandsisen hadde gjennom lange tider lyngtet landet ned. I løpet av de siste 10.000 år har Ulefoss-området hevet seg vel 140 m i forhold til nåværende havnivå. Da isen trakk seg bort, ble områder under dagens 140-metersnivå dekket av havvann. I dette havvannet ble det avsatt opptil noen 10-talls m mektige leirelag (silt og leir). Under landhevingen ble disse havavsetningene etterhvert til tørr land og den opprinnelige havbunns-overflaten ble erodert ut. Lange Norsjø ble det i de mektige havavsetningene dannet karakteristiske ravnlands-kap. Store derer av Fensfeltet er fortsatt dekket med mektige marine leireavsetninger. Avsetningene av denne typen skjemmer meg i utstråling fra underliggende fjell.

Bare i enkelte derer av Fensfeltet er det fjell i dagen. Løsmassene i disse områdene er tykke og er dannet ved forvirring av underliggende bergarter. Det er over bart fjell og i områder med forvirringsjord av Fensfeltet-bergarter at γ-stråleintensiteten er størst. Fordelingen av løsmassestypene er illustrert på kvartergeologisk kart.

Frangingsmåte for å finne ut om et område er egnet for boligbygging ut fra radogass- og strålings-forhold

Generelt er det ikke stor risiko for problemer med radogass *utenfor* Fensfeltets grenser. Fjerning av løsmasser for boligbygging *innenfor* Fensfeltet kan øke stråleintensiteten. Om det vil være muligheter for radon-problemer avhenger da av hva slags bergart det er som utgjør fjellgrunnen under løsmassene. Se forøvrig på forenklet γ-strålingskart.

Følgende frangingsmåte kan benyttes for å vurdere det ønskede området:

1. Sekk på strålingskartet hvilket strålingsnivå det aktuelle området har.
2. Bruk berggrunnsgeologisk kart til å fastslå hva slags bergart det er på stedet.
3. Bruk kvartergeologisk kart til å finne ut hva slags løsmasser det er i området.
4. Bruk tabellen under for å klarlegge om det kan bli aktuelt med ekstra bygningsmessige tiltak mot radon-problemer i bolighus.

| Bergartstype | Løsmassestype | Tynt dekke, bart fjell etc. | Forvitringsmateriale | Dype, sammenhengende havavsetninger |
|--------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Redberg | + | + | + | ? |
| Rauhaugitt | + | + | + | ? |
| Sevitt m.m. | ? | ? | ? | + |
| Melteigitt m.m. | ? | ? | ? | + |
| Fenitt | + | + | + | + |
| Granittiske gneiser etc. | + | + | + | + |

- + radonproblemer lite sannsynlig
- ? radonproblemer mulig
- radonproblemer sannsynlig
- 5. Kontakt SIS for nærmere informasjon hvis tabellen viser + eller ? og i tvilstilfeller.

Pukk og tyllmasser

Tyngstene fra Fen jerngruver og Seve-gruver bør ikke brukes som pukk og tyllmasser. Eventuelle andre utskutte steinmasser av rauhaugitt, redberg og sevitt bør heller ikke benyttes. Brukt som tyllmasse under f.eks. grunnmur kan disse bergartene føre til heving av γ-strålenivået og radonkonsentrasjonen i hus.

Grunnvann

Bruk av grunnvann fra borebrønner i redberg,rauhaugitt og sevitt vil i noen grad øke radonmengden som tilføres en husstand. Radon vil være løst i vannet når det er under trykk.Siraks vannet kommer ut av springen,vil radonet frigis til huslufta. Målinger foretatt av SIS tyder på at radon i vann ikke er noe stort problem i området. På grunn av kalkinnholdet i de fleste Fen-bergartene, vil vann fra borebrønner bli hardt.

Referanse-litteratur

- Bergström, B.: 1981, Norddalskvartærgeologisk kart 1713 IV — M. 1:50.000, NGU.
- Björger, W.C.: 1927, Die Eruptivgesteine des Kristiansandgebietes, IV, Das Fensfeltet i Telemark, Norge, Vid. selsk. skr. 5, 1-60.
- Dahlgren, S.: 1978, Berggrunnsgeologisk kart 1713 IV Norddalskvartærgeologisk kart, M. 1:50.000, N.G.U.
- Griffin, W.L.: 1973, Lithologic studies from the Fen alkaline complex, Norway, Contrib. Mineral. Petro. 38, 135-145.
- Ramberg, C.B.: 1972, Gravity studies of the Fen complex, Norway, and their petrological significance, Contrib. Mineral. Petro. 38, 1-134.
- Ramberg, C.B. & Barth, T.F.W.: 1966, Eocene-Eocene volcanism in southern Norway, N.G.U. 46, 219-236.
- Societyskolen, Statens planverk, Statens strålingsmyndighet, 1981, Stråling i bygninger — Røntgen, Statens planverk, Rapport 54, 1981, Sveve.
- Stranden, E.: 1960, En undersøkelse av naturlig stråling i Fensfeltet ved Ulefoss, SIS Rapport, 1982, 9.
- Sæther, E.: 1957, The alkaline rock province of the Fen area in Southern Norway, D.K.N.V.S. skr. 1, 1-150.

For henvendelse om strålehygieniske spørsmål: Statens institutt for Strålehygiene (SIS), Østerdalen 25, 1345 Østera.

γ-strålingsmålinger i felt er utført av Sven Dahlgren 1980-82. Kalibrering av γ-strålingsmålinger er foretatt av Erling Stranden, SIS, 1980.

En takk til Erling Stranden, Svein Roar Østmo og alle andre som i forskjellige stadier har bidratt til utarbeidelse av kartet.

Referanse til dette kartet: DAHLGREN, SVEN — 1983, Naturlig radioaktivitet i berggrunnen. Gamma-strålingskart. Fensfeltet, Telemark, M. 1:10.000. «Prosjekt temakart, Telemark».

Finansiering: Fylkeskartkontorene i Telemark, som en del av «Prosjekt temakart, Telemark» og Statens institutt for Strålehygiene.

Kartet distribueres gjennom: Fylkeskartkontorene i Telemark, Postboks 286, 370 Skien og Telemark distrikthøgskole, 3800 Bæ.

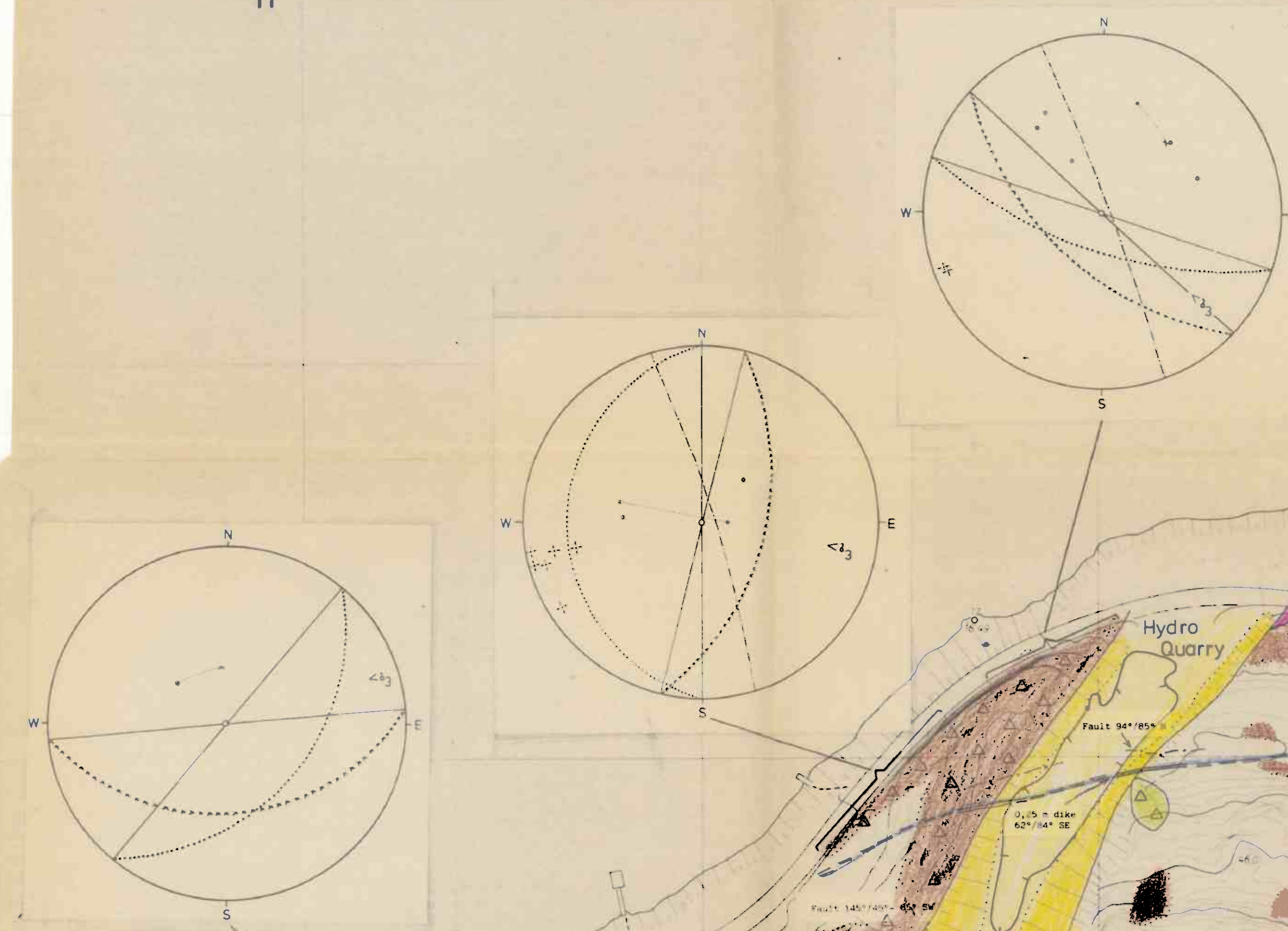
Kartgrunnlag: Økonomisk kartverk. Repro: Johnny Holsten. Trykk: Bø Papir og Trykk, 3800 Bæ.

| Inndeling for økonomisk kartverk 1:5.000 | |
|--|------------|
| Ulefoss | Fen |
| BV-030-5-2 | BV-030-5-1 |
| Briskemyr | Vipefjell |
| BV-030-5-4 | BV-030-5-3 |

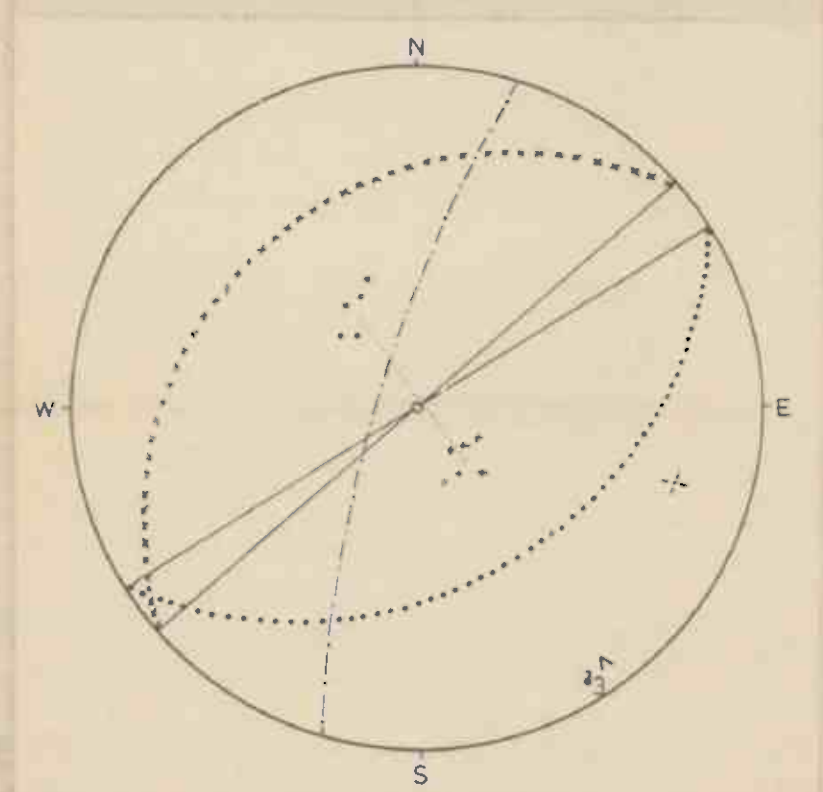
Kartgrunnlag til småkart: Kistebuds 1713 IV og Norddalskvartærgeologisk kart 1713 IV, M. 1:50.000, M. 711 Norges Geografiske oppmåling.



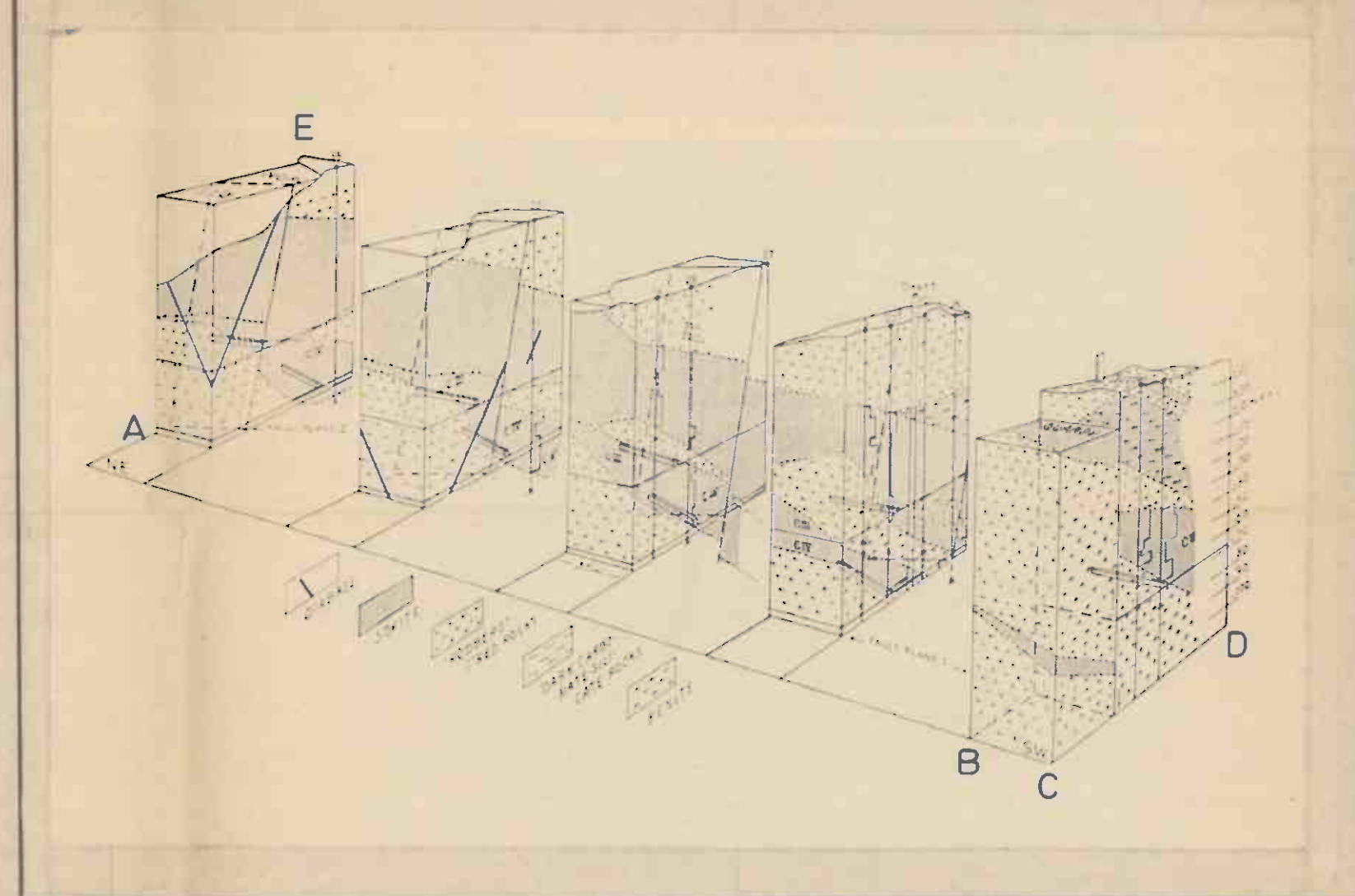
LAKE NORSJÖ



Stereographic projections of faults from different subareas
Conjugated fault-pair
Major fault.



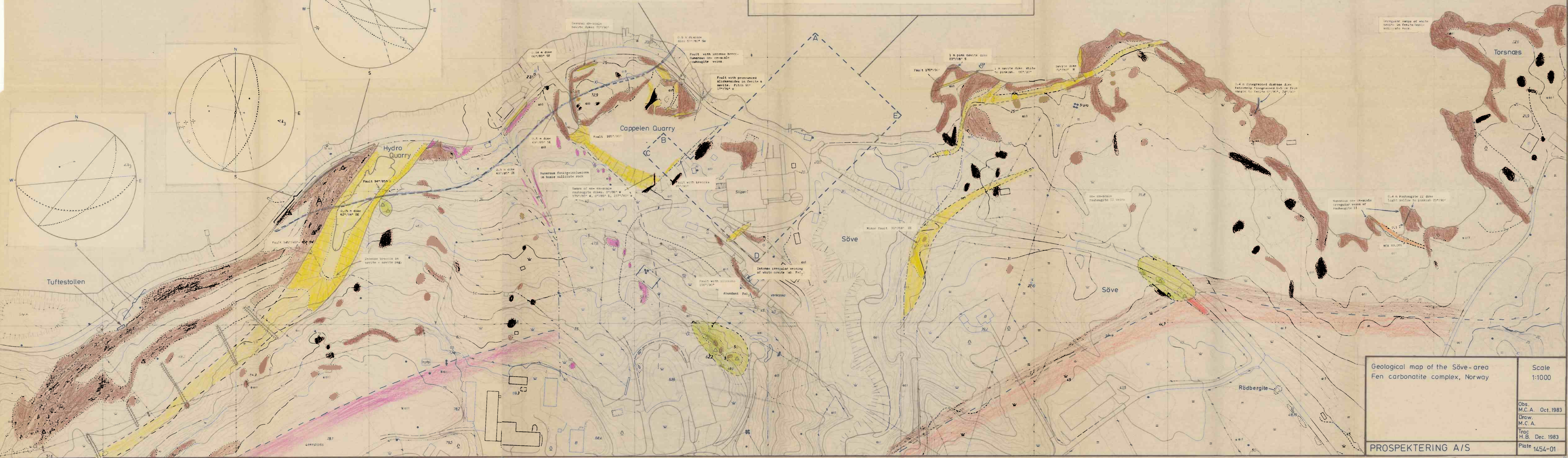
(Björlykke og Svinndal 1960)



GEOLOGICAL MAP OF THE SÖVE-AREA FEN CARBONATITE COMPLEX, NORWAY.

by
Morten C. Andersen
Scale 1:1000

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Damtjernite / damtjernite breccia | Sövite | Diabase dike |
| Rauhaugite type II | Basic silicate rock | Fault observed / inferred |
| Lamprophyre | Fenite / fenite breccia | Exploration ditch |



| | |
|--|--------------------------|
| Geological map of the Söve-area Fen carbonatite complex, Norway | Scale 1:1000 |
| | Obs. M.C.A. Oct. 1983 |
| | Draw. M.C.A. |
| | Trac H.B. Dec. 1983 |
| | Plate 1454-01 |
| PROSPEKTERING A/S | |