



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr 4774	Intern Journal nr 2480/01	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sydvaranger AS Prospektering AS	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Terra Control	Fortrolig pga Utmål	Fortrolig fra dato:
Tittel Kreftforekomst hos tidligere ansatte ved Søve gruver, Ulefoss				
Forfatter Solli, Hans Magnus		Dato År Okt 1983	Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) Kreftregisteret Statens institutt for strålehygiene	
Kommune Nome	Fylke Telemark	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 17134	1: 250 000 kartblad Skien
Fagområde Miljø	Dokument type	Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Søve Fen		
Råstoffgruppe Malm/metall	Råstofftype Nb Niob Ta Tantal P Fosfor			
Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse				



KREFTFOREKOMST HOS TIDLIGERE
ANSATTE VED SØVE GRUVER,
ULEFOSS

HANS MAGNUS SOLLI

RAPPORT 83.06

Undersøkelsen er utført i samarbeid
med Kreftregisteret og Statens institutt
for strålehygiene

Oktober 1983

FORORD

Denne rapporten oppsummerer resultatene av en undersøkelse av kreftforekomst hos tidligere arbeidere ved Søve gruver på Fensfeltet ved Ulefoss i Telemark. Rapporten inneholder også noen opplysninger om gruvedriften på Fensfeltet opp gjennom årene. I forbindelse med undersøkelsen har det vært nødvendig å gå gjennom den internasjonale litteraturen om undersøkelsens problemstillinger. Det meste av denne litteraturen foreligger på engelsk, i form av tidsskriftsartikler. Vi har derfor sett det hensiktsmessig i innledningen å summere opp noen av de viktigste funnene som er gjort. Denne rapporten har vi forsøkt å skrive slik at den kan leses av enhver interessert person. De faguttrykkene som det har vært nødvendig å bruke, er forklart i vedlegg 1.

Undersøkelsen er gjennomført i nært samarbeid med Kreftregisteret ved datasjef Aage Andersen og Statens institutt for strålehygiene ved laboratorieførstefysiker Erling Stranden. Vi vil takke for et godt samarbeid, men samtidig frita disse institusjoner for et hvert ansvar for feil eller mangler i rapporten. En artikkel beregnet på et av de internasjonale yrkesmedisinske tidsskriftene, hvor personene nevnt ovenfor er medforfattere sammen med overlege Sverre Langård, er under arbeid.

Undersøkelsen er foretatt med økonomisk støtte fra Landsforeningen mot Kreft og Telemark Industriforening. Uten denne støtte ville det knapt ha vært mulig å gjennomføre undersøkelsen.

Initiativet til undersøkelsen ble tatt av distriktslege Ballestad i Nome i 1980. Vi vil takke distriktslegen og personalet ved distriktslegekontoret for et godt samarbeid under den praktiske gjennomføringen av undersøkelsen.

Mange tidligere ansatte ved Søve gruver har bidratt med mange nyttige opplysninger om driften ved gruva og arbeidsmiljøet. Alle takkes med dette for det de har bidratt med.

En håper at tidligere ansatte kan kjenne seg igjen i de beskrivelser som gis.

Selv vil jeg få takke staben ved Yrkesmedisinsk avdeling for et meget inspirerende og godt samarbeid i den tida jeg var tilknyttet avdelingen.

Resultatet av undersøkelsen viser betydelig overhyppighet av lungekreft. En antar at undersøkelsesresultatet vil være et bidrag til at forebyggende tiltak kan prioriteres høyere enn det ofte blir gjort i dag.

INNHOLDSFORTEGNELSE		side
I	SAMMENDRAG	5
II	INNLEDNING	6
	1. Fensfeltet	6
	2. Gruvedriften på Fensfeltet	8
	3. Stråling og strålingsskader	12
	4. Bergsyken	14
	5. Radon, thoron og deres datterprodukter ...	20
	6. Strålingen i Fensfeltet	23
	7. Niob	24
III	UNDERSØKELSE AV KREFTFOREKOMST HOS TIDLIGERE ARBEIDERE VED SØVE GRUVER	25
	1. Problemstilling	25
	2. Undersøkel sesopp legget	26
	a. Metoden for undersøkelsen	26
	b. Undersøkel sesgruppen	27
	c. Eksponeringsdata	30
	α. Yrkeshistorie	30
	β. Eksponering ved Søve gruver	31
	γ. Tobakksforbruk	37
	d. Statistikk	37
	e. Resultater	38
	3. Konklusjon	45
IV	LITTERATURHENVISNINGER	46
V	VEDLEGG	
	Vedlegg 1: Forklaring av faguttrykk	50
	Vedlegg 2: ^{238}U og ^{232}Th -seriene	52
	Vedlegg 3: Spørreskjema	54
	Vedlegg 4: Kart over Søve gruver	56
	Vedlegg 5: Kart over Søve-området	57
	Vedlegg 6: Analyseresultater av søvitt	58

I. SAMMENDRAG

I samarbeid med Kreftregisteret og Statens institutt for strålehygiene har Yrkesmedisinsk avdeling ved Telemark Sentralsjukehus utført en undersøkelse av kreftforekomst hos tidligere ansatte ved Søve gruver på Fensfeltet ved Ulefoss. Undersøkelsen omfatter i alt 318 menn, ansatt i varierende tidsrom i perioden 1951 til 1965, da bedriften ble nedlagt.

Undersøkelsesresultatene viser at det i perioden 1953 til 1981 i alt ble registrert 24 tilfelle av kreft, mens en på basis av risikoen i befolkningen skulle vente 22.81. Imidlertid er 12 av disse tilfellene lungekreft, mot ventet 2.96. Blant de 77 gruvearbeiderne i gruppen ble det registrert 9 tilfelle av lungekreft mot ventet 0.81.

Undersøkelsen påviser ingen økt forekomst av kreftsykdommer blant de som har arbeidet over jorda, heller ikke når det gjelder kreftformer som kan settes i samband med strålepåvirkning. Hos gruvearbeiderne viser undersøkelsen en økende overrisiko for lungekreft med økende stråledose.

Resultatene fra undersøkelsen er i overensstemmelse med undersøkelser som er foretatt andre steder i verden.

Undersøkelsen er foretatt med økonomisk støtte fra Landsforeningen mot Kreft og Telemark Industriforening.

II. INNLEDNING

1. Fensfeltet

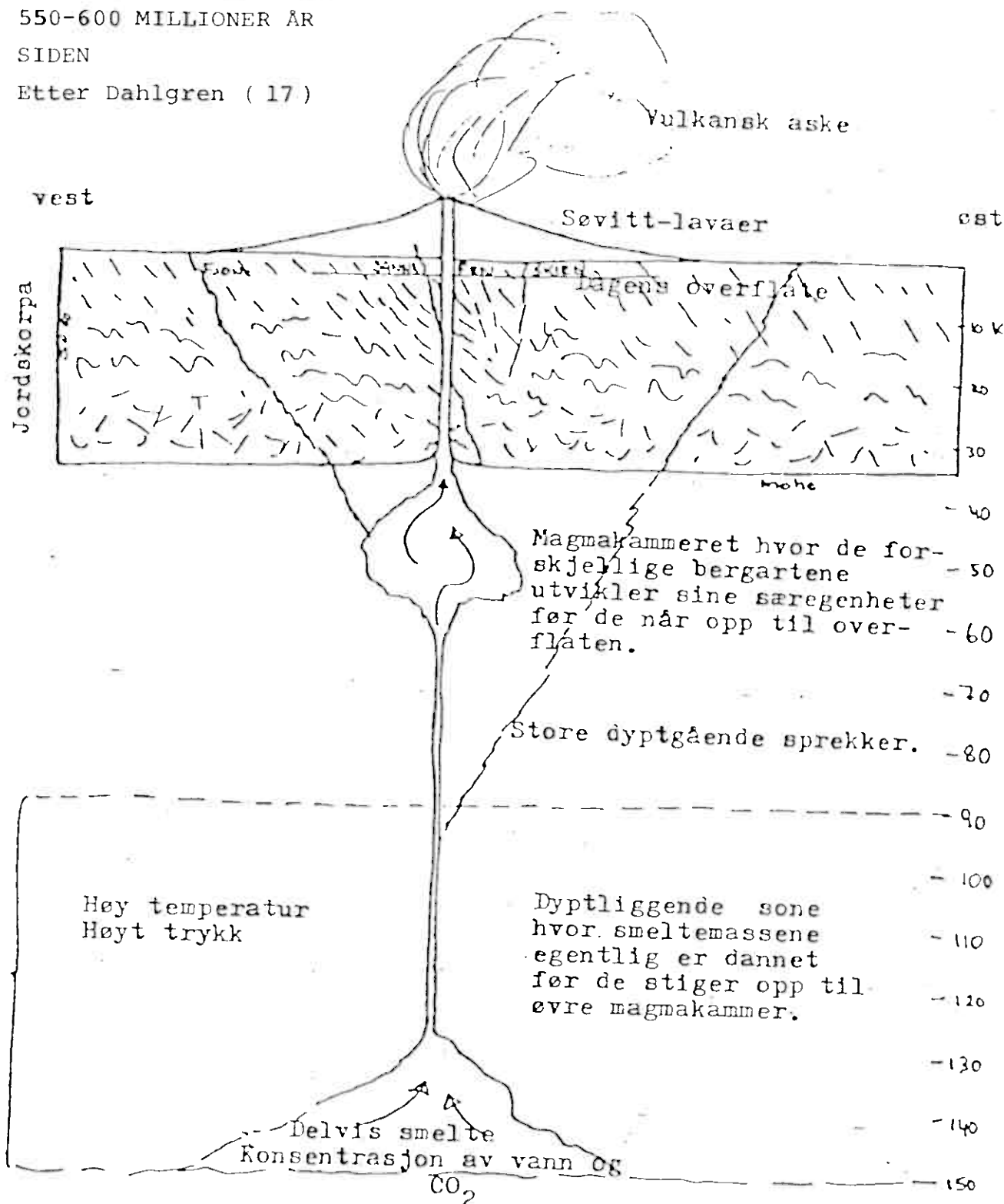
Fensfeltet ligger ved Ulefoss i Telemark fylke. Dette 4-5 km² store området har mange interessante trekk, sett både fra et historisk, økonomisk og geologisk synspunkt. I det østre området har det vært drevet gruvedrift etter jern i omkring 250 år, fram til 1927. I et område lenger vest, ved Søve Landbruksskole mot Norsjø, ble det drevet etter niob fra 1953 til 1965. Det pågår nå undersøkelser for å bringe på det rene om drift etter sjeldne jordartselementer kan være økonomisk regningssvarende. Deler av feltet er også relativt rikt på radioaktivt thorium. Uran finnes også i mindre mengder.

Fensfeltets rikdom på metaller skyldes forhold som lenge har interessert geologer og geologiinteresserte, både i Norge og utlandet: Fensfeltet sett ovenfra danner tverrsnittet på et vulkanrør som fortsetter som en sylinder 30 km ned i jordskorpa. Denne vulkanen var aktiv for 550-600 millioner år siden og brakte en rekke uvanlige mineraler fra jordas indre fram til overflaten. Selve vulkanen er siden blitt slitt ned (se fig. 1).

Det var den kjente norske geologiprofessoren Brøgger som første gang kartla dette området systematisk omkring 1920 (13). Han oppdaget en mengde bergarter som inntil da hadde vært ukjente og ga dem navn etter omliggende gårder og småsteder, f.eks. søvitt etter Søve Landbruksskole. Denne bergarten kommer til å beskjeftige oss en del i denne rapporten, derfor noen ord om den. Søvitt er en marmorliknende kalkstein, som er dannet ved størkning av en karbonatsmelte. Bergarten tilhører gruppen av karbonatitter som er relativt uvanlige i naturen, idet de utvinnelige smeltede bergarter er størknet fra en silikatmelte. Mange økonomisk viktige metaller er knyttet til karbonatittene: Niob, lanthanoider, thorium, jern, titan, kobber, dessuten mineraler som apatitt og flusspat. Foruten ved Fen, kan man finne karbonatitter ved Alnön på den svenske nord-øst kysten, på Kola-halvøya, ved Kaiserstuhl i den sør-vestre delen av Forbundsrepublikken

Tyskland og flere steder i Afrika. I Afrika finnes det også en aktiv vulkan hvor flytende karbonatittlava er blitt sett i dette århundre (Oldoinyo Lengai, Tanzania) (48).

Fig. 1.: FENVULKAN FOR
550-600 MILLIONER ÅR
SIDEN
Etter Dahlgren (17)



Dette er en forenklet modell vi har av hvor smeltemassene som har dannet Pensfeltet har kommet fra.

Tegningen viser et tenkt snitt gjennom jordskorpa og mantelen på den tida vulkanen var aktiv.

2. Gruvedriften på Fensfeltet.

På midten av 1600-tallet ble det funnet jernmalm ved Fen, og fra 1670 kom gruverdriften skikkelig i gang (49). I 1673 var 11 mann i arbeid. Malmen ble brutt i dagbrudd helt fram til slutten av det 19. århundre. Produksjonen ble etter hvert betydelig. I årene 1836-65 sto Fen for omkring 10% av malmen til landets samlede rjernsproduksjon. Enkelte år var disse gruvene landets største malmleverandør. Fra slutten av forrige århundre ble betydelige mengder også eksportert til utlandet (25).

Arbeidsstokken var kun på 10-15 mann helt fram til 1840. Da ble antallet økt til 45 mann; i tillegg kom 6-7 hestekarar. Flere nye stoller (gruveganger) ble slått inn i fjellet fra Norsjøsidan. Etter et tilbakeslag på markedet i 1881 lå gruverdriften nede i 20 år, inntil det kom et nytt oppsving rundt år 1900. Fra århundreskiftet var omkring 200 mann i arbeid i Fensgruvane. Tidene ble imidlertid dårlige igjen, og i 1927 ble driften etter jernmalm innstilt for godt (25).

Driften etter jernmalm foregikk i det store rødbergfeltet i den østre delen av Fensfeltet. I et område lenger vest, mot Norsjø, ble det brutt kalkstein fra omkring 1900. Kalksteinen ble brukt som jordbrukskalk, og i Hydros salpeterproduksjon. Bruddstedene ble kalt Hydro- og Cappelenbruddet (17).

Hydro- og Cappelenbruddet lå i området der Brøgger hadde funnet bergarten søvitt (se fig. 2). Omkring 1920 var det blitt påvist at denne bergarten inneholder metallet niob i uvanlig store mengder. Det var den tyske okkupasjonsmakten som først fattet interesse for drift etter niobforekomstene ved Søve. Dette hadde sammenheng med utviklingen av jetmotorer, hvor det hadde vist seg at niobholdige legeringer økte stålets varmebestandighet og slitasjefasthet. De tyske okkupantene kom imidlertid ikke lenger enn til undersøkelser etter niobforekomstene med boring og graving.

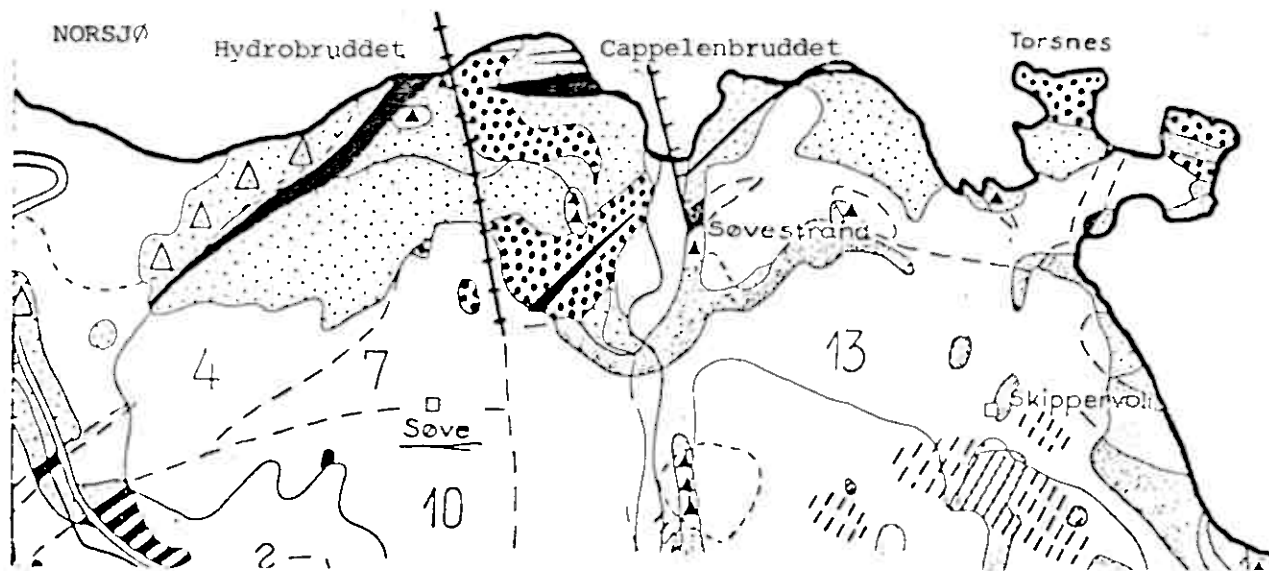


Fig. 2.: Hydro- og Cappelenbruddene sett i relasjon til søvittforekomstene, som er avmerket som svarte felt. (Fra Egil Sæthers geologiske kart over Fensfeltet (47)).

Etter krigen var det ingen virksomhet på stedet før i 1951-52. Da hadde Korea-krigen (1950-53) skapt en betydelig interesse for niob i USA, og det ble stiftet et nytt selskap med navnet A/S Norsk Bergverk, hvor staten var hovedinteressent. Dette selskapet gikk raskt i gang med forberedelser til gruvedrift ved Søve. Bedriften fikk navnet Søve gruver. Årsrapportene forteller om utviklingen av driften:

I 1951 ble det satt i gang anleggs- og undersøkelsesdrift med henblikk på seinere gruvedrift og oppredning av niob i det søvittrike området ved Hydro- og Cappelengangen ved Norsjø. Produksjonsdriften kom i gang i Cappelengangen september 1953 som dagbrudd. Arbeidsstokken var den gang på 5-8 mann i bruddet, 20 mann i vaskeriet, 16 mann var beskjeftiget med diverse arbeider, og det var ansatt 7 funksjonærer. Det ble også påbegynt arbeid med en tunnel, Tuftestollen, horisontalt inne i fjellet fra Norsjø, litt lenger vest. Denne stollen ble drevet omkring 1 kilometer inn, men man kom ikke inn på større niobforekomster, slik at driften herfra ble liten. Det viste seg også at fore-

komsten av søvitt ved Cappelenbruddet var mindre enn man antok fra begynnelsen av. Diamantboringsundersøkelser påviste imidlertid fortsettelsen av denne forekomsten omkring 60 meter under overflaten litt lenger øst, og her ble det drevet ned en loddsjakt i 1955 til 160 meters dybde. Fra september 1957 kom denne gruve i ordinær drift. Det ble bygd opp et 38 meter høyt sjakttårn i betong og en ny silo for ca. 400 tonn malm.

Malmen inneholdt 0.3 - 0.4% nioboksyd. I vaskeriet ble det framstilt et forkonsentrat med 7-8% nioboksyd (Nb_2O_5). Dette forkonsentratet ble videre foredlet ved Norsk Hydro, Herøya, til omkring 50%. I 1957 ble det opprettet et eget smelteverk ved Søve gruver. Smelteverket økte foredlingsgraden ytterligere, idet ferdig ferroniob inneholdt 60% niob.

Som nevnt begynte driften i 1953 med i alt omkring 50 ansatte. Dette tallet økte for hvert år fram til 1956, da 120 personer var beskjeftiget. Fra 1957 til 1963 lå tallet på ansatte stabilt omkring 120. Antall ansatte ble så gradvis redusert fram til 1965 da driften ble stanset.

Det var 5-8 mann som startet opp med selve steinbrytingen i 1953 i Cappelenbruddet. I 1954 var belegget på 9 mann i gruvearbeidet, i 1955 og 1956 var det på 14 mann. I 1957 økte antall gruvearbeidere til 24, i 1958 til 32, i 1959 til 44 og i 1960 til 47 mann, som var det høyeste antall. Belegget i gruva ble så gradvis redusert til 40 mann i 1961, 29 i 1962, med fortsatt gradvis reduksjon til driften opphørte i 1965.

Det mannskapet som drev inn Tuftestollen fra årsskiftet 1951/52 og et par-tre år framover, synes ikke å ha blitt medregnet i denne oversikten over gruvearbeidere. Det ble arbeidet i 3 skift den første tida, seinere i 2 skift, med 4 mann på hvert skift. (Personlig meddelelse fra flere arbeidere). Lengst inne i stollen ble det drevet etter niob i mindre grad helt fram til 1963/64.

Om driften ved Søve gruver beretter lokalhistorien Holla I (26):

"Krigskonjunkturerne ga et godt utgangspunkt for niob-driften. Prisene var oppe i 52 kroner pr. kilo, og en gunstig, langsiktig kontrakt med den amerikanske stat ga et godt resultat i de første driftsår.

Søve var første gruve i verden som produserte niobkonsentrat av malm fra fast fjell, og vårt lands andel av verdensproduksjonen, Søves innsats, har i perioder utgjort 15-20 prosent.

Da amerikakontrakten etter noen år utløp, kom prisene ned på 26 kroner pr. kilo, og dette skapte en helt ny situasjon for selskapet. Senere gikk prisene ned til 14-16 kroner, og da var fortsatt drift umulig.

For de 110 arbeidere og 15 funksjonærer som var knyttet til driften betydde dette fullstendig omveltning. Heldigvis foregikk nedtrappingen over et lengre tidsrom. Men i november 1963 begynte slutten på driften å avtegne seg etter at Stortinget vedtok salg eller innstilling av gruvene. Og etter en del forsøk, omdannelse av styret og vurdering av driften, var det slutt i 1965. Stortinget bevilget da vel åtte millioner kroner til dekning av selskapets gjeld og garantiansvar.

Direktør Arne Drogseth fortalte i et avisintervju at driften ved gruvene startet i 1953 etter sterkt press fra den amerikanske regjeringens side. På bakgrunn av Marshallhjelpen var det fra norsk side urimelig å si nei til dette.

For Nome kommune betød nedleggelsen et skattetap på ca. 200.000 kroner i året. Senere er boligene solgt, jorden kommet på andre hender, gruvetårnet revet og alle spor etter virksomheten over jorden og nede på 190 meter under Norsjø's overflate er utslettet".

3. Stråling og strålingsskader

Felles for alle typer radioaktiv stråling er at absorpsjonen av strålingens energi i kroppens vev fører med seg at det blir dannet ioner, dvs. elektrisk ladde molekyler, inne i cellene. Dette fenomenet har dannet grunnlaget for et annet navn på denne type stråling: Ioniserende stråling.

En betydningsfull virkning av ioniserende stråler er at også vannet inne i cellene blir ionisert. I korte øyeblikk blir det videre dannet såkalte frie radikaler, som er elektrisk nøytrale molekyler med bare ett elektron, f.eks. $H^{\cdot}$ eller $OH^{\cdot}$. De frie radikalene er ekstremt reaktive og eksisterer ikke fritt i mer enn brøkdeler av et sekund, før de inngår i kjemiske forbindelser med andre molekyler i cellen. Den endrede sammensetningen av disse andre molekylene kan være ugunstig for cellens fortsatte funksjon eller livsdyktighet. Det er ved denne mekanismen en regner med at strålingsskadene oppstår inne i cellene (27).

Selv om det etterhvert er fremkommet en rekke menneskeskapte kilder til ioniserende stråling, er det fortsatt den naturlige radioaktiviteten, gjerne kalt naturlig bakgrunnsstråling, som gir oss de største stråledosene.

Denne naturlige strålingen er sammensatt av tre forskjellige strålekilder: Stråling fra jord og stein (ytre eller eksterne bestråling), stråling fra verdensrommet (bidrar også til den eksterne bestrålingen), og naturlig forekommende radioaktive stråler som avsettes i kroppens vev (indre eller intern bestråling).

Den eksterne bestrålingen skyldes hovedsaklig gammastrålene, som har en lang rekkevidde. Denne strålingen oppstår når ustabile (og dermed radioaktive) atomkjerner frigjør energi for å bli mer stabile. Gammastrålene har mange egenskaper til felles med de mer kjente røntgenstrålene.

I jord og stein finner man så å si over alt uran og thorium i mindre mengder. Ved den radioaktive spaltingen av disse stoffene produseres blant annet varme og gammastråler. Varmen som blir produsert, bidrar til å holde jordkloden varm og er en sikker varmekilde i millioner av år framover. Kalium finnes også over alt i naturen, og en av isotopene (kalium 40) er radioaktiv.

Ytre bestråling kan gi seg utslag i akutt sykdom (strålesyke) dersom den er kraftig nok og kommer over en viss verdi (terskelverdi). I verste fall vil stråledosen kunne medføre døden, enten øyeblikkelig eller i løpet av dager og uker. Det er bare kunstig framstilt radioaktivitet som kan gi slike virkninger.

Andre virkninger av ytre bestråling kan imidlertid først komme til syne etter flere år (seineffekter). Det dreier seg om bl.a. kreftsykdom, grå stær og sterilitet. Disse helse-skadene synes å opptre også ved meget lave nivåer av stråling og uten at stråledosen først må ha kommet opp i en viss terskelverdi. Sjansen for å bli påført en slik sykdom avtar jo lavere strålenivå en omgir seg med. Mye tyder på at selv den lave naturlige bakgrunnsstrålingen kan gi slik sykdom hos noen få mennesker i en større befolkning (16). Når det gjelder kreftsykdom, er det leukemi (blodkreft) oppmerksomheten har vært rettet mot, videre svulster, både god- og ondartede, i skjoldbrusk-kjertelen, skjelett og brystkjertelen. Uenigheten er fortsatt stor blant forskerne når det gjelder hvor stor risikoen er for kreftsykdom på grunn av stråling ved et lavt eller meget lavt dosenivå. Arveanleggene kan også skades ved bestråling, men også på dette feltet er kunnskapen om hvor stor risikoen egentlig er ved de forskjellige dosenivåer meget utilstrekkelig (16).

Naturlig forekommende radioaktive stoffer kommer også inn i kroppen etter å ha blitt pustet inn eller blitt

med maten og drikkevannet. Det finnes en rekke slike isotoper; av bly, polonium, bismuth, radium, radon, kalium, karbon (kullstoff), hydrogen (vannstoff), uran og thorium, foruten et dusin eller flere radioaktive stoffer fra verdensrommet (16). Isotopene avsettes i kroppens organer og avgir stråler til det omgivende vevet etterhvert som de spaltes videre. Dette er den indre eller interne strålingen. Denne strålingen er særlig betydningsfull fordi mange av de radioaktive elementene avgir alfa-stråling. Alfa-strålene består av to protoner og to nøytroner. Dette er det samme som kjernen i helium-atomet. De er den radioaktive strålingens tungvekter med stor evne til å skade nærliggende vev. Vandredistansen er imidlertid svært kort, kun på en tusendels millimeter. Virkningen av den indre bestrålingen p.g.a. innånding av radioaktive partikler kommer vi tilbake til.

4. Bergsyken

Kreftsykdom hos gruvearbeidere var av de stråleskader som først ble undersøkt.

Vi vil i en kort historikk se hvordan denne kunnskapen vokste fram.

På grensa mellom Sachsen i DDR og Böhmen i Tsjekkoslovakia strekker et fjelldrag seg i en lengde av 130 km. Navnet på fjelldraget er Erzgebirge (malmfjellene). Som navnet antyder, har malmen vært rik på kopper og jern, sølv, kobolt og arsen, vismut, nikkel og uran. Gruvedriften i disse fjellene begynte allerede på slutten av middelalderen og nådde sitt høydepunkt på 1400-tallet. Driften gikk seinere tilbake etter som gruvene ble uttømt, men helt fram til våre dager har det vært en viss gruve drift i området, siden 1945 hovedsaklig etter uranmalm.

Den gamle sykdomsbetegnelsen tæring omfattet en rekke sykdommer som i dag er nøye kartlagt, bl.a. tuberkulose og kreft. Allerede for flere hundre år siden ble det i gruvene i Erzgebirge beskrevet en spesiell form for tæring som angrep gruvearbeidere. Sykdommen gikk under navnet "bergsyken" (fra tysk "Bergkrankheit") blant arbeiderne.

I sin berømte lærebok i gruvedrift og metallurgi fra 1556 (*De re metallica*) beskriver Georgius Agricola gruvearbeidernes mange helseproblemer, og denne spesielle form for tæring hos gruvearbeideren ble beskrevet slik av Agricola: "Noen gruver er så tørre at de er helt fri for vann, og denne tørrheten forårsaker stor skade på arbeiderne, for støvet som virvles opp ved arbeidet i fjellet trenger ned i luftveiene, og forårsaker pustebesvær og den sykdommen som grekerne kaller asthma. Dersom støvet har tærende egenskaper, spiser det vekk lungene og setter i gang tæring i kroppen. I gruvene i Karpatene kan en således finne kvinner som har vært gift med sju menn: Alle er blitt revet bort i en alt for tidlig alder av denne fryktelige tæringen" (1). (Se fig. 3).

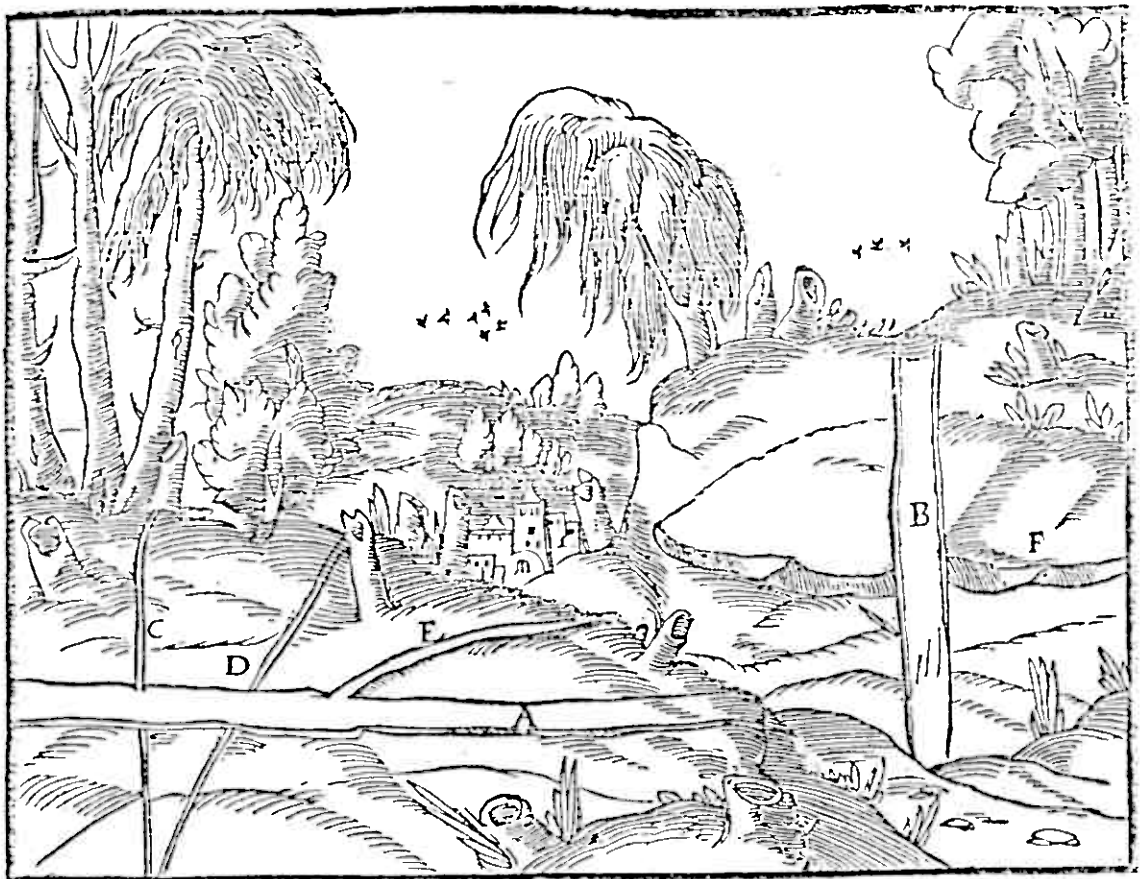


Fig.3. Tegning som viser ulike gruveganger fra Georgius Agricolas berømte "*De re metallica*" (1556) (1). Planløsningen her er ikke ulik den en fant ved Søve gruver 400 år seinere!

Det var først på slutten av forrige århundre at denne sykdommen ble nærmere undersøkt. De to legene Härtling og Hesse utga i 1879 en grundig studie som påviste at bergsyken i gruvebyen Schneeberg på den nordlige siden av Erzgebirge ofte var lungekreft (24). De konkluderte med at 75% av dødsfallene blant gruvearbeiderne kom på dens regning. Videre gjorde de den iakttagelse at kreftsykdommen ikke brøt ut før etter 20 års virke i gruvene. De kom også med en rekke forslag til arbeidsmiljøforbedringer, for om mulig å redusere forekomsten av sykdommen. Interessant nok, påpeker de også muligheten for at denne sykdommen, foruten i andre gruvesamfunn, også kan finnes ellers i industrien, under andre forhold. (Fig. 4).

Der Lungenkrebs, die Bergkrankheit in den Schneeberger Gruben.

Von

Bergarzt Dr. **F. H. Härtling** in Schneeberg
und

Bezirksarzt Dr. **W. Hesse** in Schwarzenberg

Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen
Neue Folge 30(1879) 296-309. 31(1879) 102-132. 31(1879) 312-337

Endergebniss.

Die von uns vorgenommenen Untersuchungen und Beobachtungen bestätigten zunächst in vollem Umfange den bereits vor einer Reihe von Jahren von Einem von uns aufgestellten Satz:

1) Die in den Gruben bei Schneeberg endemisch vorkommende Bergkrankheit ist primärer Lungenkrebs, und circa 75 pCt. der Todesfälle kommen auf ihre Rechnung.

Weiterhin wurde ermittelt:

2) Die Krankheit tritt auf als Lymphosarkom oder, in sehr seltenen Fällen, als Endothelcarcinom; beide Formen gehören zusammen und gehen stets von den Bronchiallymphdrüsen aus¹⁾.

3) Alle hiesigen Grubenarbeiter, welche nicht verunglücken, oder so zu sagen durch eine intercurrente Krankheit hinweggerafft werden, gehen schliesslich an Lungenkrebs zu Grunde.

4) Der Eintritt der Krankheit erfolgt frühestens nach 20jährigem Anfahren, meist später, selten erst nach 50jähriger Thätigkeit in der Grube.

Fig. 4. Härtling og Hesses hovedkonklusjoner i artikkelen om "bergsyken", som ble publisert for 100 år siden.

Härting og Hesse mente at bergsyken utviklet seg som en ondartet vekst i lymfekjertlene som omgir bronchiene (luft-rørene). Etter hvert som mulighetene for å mikroskopere menneskelig vev ble bedre, fant Arnstein i 1913 at kreften, i alle fall hos den ene gruvearbeideren han undersøkte, hadde oppstått fra plateepitelet i lungene (10). Arnsteins funn ble bekreftet i 1926 ved en omfattende studie av de gruvearbeiderne som døde mellom 1922 og 1925 i Schneeberg. Man fant at i alle fall 13 av 21 dødsfall skyldtes lungekreft utgått fra epitelet (39).

På sørsiden av Erzgebirge, i Tsjekkoslovakia, ligger den gamle gruvebyen Jáchymov, tidligere kjent som Joachimstal. Det var malm (uranbakers) herfra som Marie Curie benyttet da hun sammen med sin mann påviste eksistensen av to nye radiaktive grunnstoffer, polonium og radium, i 1898.

I Jáchymov var bergsyken også kjent blant arbeiderne. Dens eksistens ble imidlertid benektet av de lokale legene, selv etter flere forespørsler, første gang fra Härting og Hesse. Først i 1932 ble den første undersøkelsen av gruvearbeiderne i Jáchymov publisert (36). Det ble funnet at 9 av 19 gruve-som døde i tidsrommet 1929-30, døde av lungekreft.

Årsaken til de mange lungekrefttilfellene blant gruvearbeiderne i Erzgebirge var lenge uklar. Härting og Hesse var nokså sikre på at det var arsen som var "den direkte skadelige årsak". Seinere ble det pekt på muligheten for at det kunne være en eller annen "organisert gift" eller gjærsopp, som det fantes rikelig av i de fuktige gruvegangene (10).

Omkring 1920 ble radioaktiviteten for første gang brakt på bane som årsak. Det skjedde først i en artikkel skrevet av en legmann (19). I 1924 ble denne muligheten nærmere drøftet av Ludewig og Lorensen (33). Det var blitt påvist et høyt innhold av radiaktivitet i luft og vann i Schneeberg-gruvene. Ludewig og Lorensen konkluderte slik: "Ved det høye nivået av radiumemansjon i gruvelufta, kan det ikke sees bort fra at en stadig innpusting av denne lufta kan

være medansvarlig for oppståelse av lungekreft". Fra 1936 til 1939 utførte Rajewsky grundige studier av betydningen av radioaktiviteten i Schneeberg-gruvene for utvikling av lungekreft-tilfellene der. Også han konkluderte med at "innpusting av emanasjonholdig gruveluft ikke kan bestrides som i det minste én av årsakene til sykdommen" (37).

I en kritisk studie av problemet med de mange lungekreft-tilfellene i Jáchymov og Schneeberg fra 1944, går det imidlertid fram at årsakene fremdeles var uavklart (32). Lorenz pekte i denne artikkelen på mange mulige årsaker: Pneumokoniose (støvlungesykdom), kronisk irritasjon forårsaket av luftveissykdom, arsen, forskjellige former for radioaktiv stråling og arvelige faktorer (inngifte i avsidesliggende gruvedistrikter).

Fram mot 1960-tallet var det ikke kommet pålitelige rapporter om tilsvarende overhyppighet av lungekreft fra andre gruvesamfunn. Sykdommen ble regnet for å være særegen for gruvearbeiderne i Erzgebirge (19). Årsaken regnet man med måtte være å finne i lokale forhold ved den radioaktive malmen. Sykdommen ble derfor ofte betegnet som Gruvearbeidersykdommen i Jáchymov og/eller Schneeberg.

På slutten av 1950-tallet, men særlig på 1960-tallet, begynte det så å komme rapporter om overhyppighet av lungekreft blant gruvearbeidere fra flere steder i verden, i forskjellige typer gruvedrift, f.eks. engelske jernglansgruvearbeidere, nord-amerikanske koppergruvearbeidere, videre fra jerngruvearbeidere i Frankrike og gullgruvearbeidere i Afrika (11).

Flere nord-amerikanske undersøkelser av urangruvearbeidere på 1960-tallet påviste at det var en årsakssammenheng mellom radioaktiviteten i gruvelufta og oppståelsen av lungekreft (6, 34, 51).

I en kanadisk undersøkelse av forekomsten av lungekreft hos flusspatgruvearbeidere (50) ble det påvist at radioaktiviteten i gruvelufta kan være relativt høy selv om

uranmengden i fjellet er sparsom. Med dette kom radiaktiv gass som årsak til lungekreft, også ved alminnelig gruvedrift, inn i diskusjonen med full styrke.

På denne tida var det vel kjent at tobakksrøyking var forbundet med økt risiko for å få lungekreft. Spørsmålet om gruvearbeidernes tobakksforbruk kunne forklare overhyppigheten av lungekreft ble derfor grundig drøftet (9).

Det ble konkludert med at tobakksrøykingen alene ikke kan forklare overhyppigheten. Det ble påvist at ikke-røykende gruvearbeidere også hadde en økt risiko for å få lungekreft (23).

Teorien om at overhyppigheten av lungekreft blant en del gruvearbeidere er forårsaket av radioaktiv stråling, er nå alment godtatt (16,4). Forskningen de siste 10-15 år har konsentrert seg om å analysere hvordan radioaktiviteten samvirker med eventuelt tobakksforbruk, og hvor stor faren egentlig er, uttrykt i risikoberegninger (5,7,9,40).

Svenske forskere har ytt vesentlige bidrag til den internasjonale diskusjonen som nå pågår omkring disse problemene (12,18,21,22,41). I Norge har det hittil nesten ikke vært drevet epidemiologisk forskning omkring kreftforekomst blant gruvearbeidere.

Til slutt må det understrekes at det ikke er arbeidet under jorda i seg selv som kan medføre økt sannsynlighet til å få lungekreft. Hos kullgruvearbeidere f.eks. (38) er det ikke påvist noen klar overrisiko for denne kreftsykdommen. Men så er da også nivået av radioaktiv gass i kullgruveganger blitt funnet å være lavt (20).

5. Radon, thoron og deres datterprodukter

Som tidligere nevnt, finner man så å si over alt uran og thorium i små mengder i jord og stein. I spaltingskjedene til uran og thorium forekommer den radioaktive edelgassen radon. Denne gassen forekommer naturlig i små mengder i naturen. Den radonisotopen som er medlem av urankjeden, betegnes som radon-222. Radonisotopen som forekommer i thoriumkjeden kalles radon-220. Av historiske årsaker betegnes ofte radon-222 som radon, mens radon-220 ofte kalles thoron. I begynnelsen av dette århundret ble gassen kalt radiumemanasjon. Det var denne gassen som, slik vi har sett, ble satt i forbindelse med overhyppigheten av lungekreft hos gruvearbeiderne i Erzgebirge fra begynnelsen av 1920-tallet.

I naturen frigis radon- og thorongass direkte fra grunnen eller løses opp i grunnvannet. I en gruve vil gassen slippe ut i gruvelufta enten fra steinene direkte eller fra vannet i de underjordiske årene. På grunn av den store bruddoverflaten i forhold til luftvolumet i en gruvegang vil konsentrasjonen av radongass kunne bli mange ganger større her enn ute i friluft.

Edelgassene radon og thoron er imidlertid fortsatt ustabile og vil spaltes videre til sine såkalte datterprodukter. Radon (radon-222) har en halveringstid på 3.82 dager, det vil si at det tar 3.82 dager til halvparten av en viss mengde atomer er blitt spaltet til sitt datterprodukt. Det første datterproduktet er polonium 218, etter angivelse av en alfapartikkel. Thoron (radon-220) har en betydelig kortere halveringstid, kun 55 sekunder. Datterproduktet her er polonium 216. Disse datterproduktene er imidlertid fortsatt ustabile og vil spaltes videre under angivelse av radioaktiv stråling. For nærmere detaljer om spaltingskjedene til uran og thorium henvises det til vedlegg 2.

Spaltningsproduktene (døtrene) til radon og thoron er ikke lenger gassatomer, men metalliske ioner som gjerne fester seg til nærmeste overflate, f.eks. til støvpartikler i lufta eller veggen i gruvegangen.

En gruvearbeider vil puste inn denne lufta, som inneholder frie radonatomer, evt. også thoronatomer, og de metalliske spaltningsproduktene (døtrene) enten i fri form eller bundet til støvpartiklene i lufta. Gassen vil løses opp i vevene i kroppen etter å ha blitt tatt opp fra lungene. Noen av spaltningsproduktene vil sette seg fast i luftveiene, enten alene eller knyttet til støvpartiklene.

Det var først omkring 1955 at det ble oppdaget at det ikke var radongassen i seg selv, men datterproduktene, som var årsaken til overhyppigheten av lungekreft blant gruvearbeidere (28,30). Dersom gassen hadde vært den viktigste faktoren, skulle ikke lungene ha fått vesentlig større stråledose enn kroppens vev forøvrig, i det radon raskt blir tatt opp fra lungene til blodbanen og videre ut i kroppen. Datter-produktene blir imidlertid avsatt i luftveiene, og det er de som gir den høye stråledosen til luftveisepitelet som kan forårsake kreftutviklingen her.

Forskningen har i stor grad konsentrert seg om radons (radon-222) og radondøtrenes helseskader, slik vi også har vært inne på i den historiske oversikten. Det foreligger derimot få studier om thoron (radon-220) og thorondøtrenes biologiske virkninger (45). I en bok om thorium utgitt i 1966 (2) går det fram at svært lite er kjent om thoron og thoron-døtrenes eventuelle kreftfremkallende egenskaper. Den eneste studien som inntil da var blitt gjort på en større gruppe mennesker eksponert for thorium, thoron og thoron-døtre i industrien, ble utført i 1955 (3). Det har ikke vært mulig å finne epidemiologiske undersøkelser utført siden.

Studier av radons, thorons og deres datterprodukters opptak fra luftveiene og deres fordeling i kroppen (29) har vist at for radon-døtrenes vedkommende er stråledosen til andre vev enn bronchiene/lungene liten. Men når det gjelder thoron-døtrene, er forholdene noe annerledes. Dosen til bronchiene/lungene blir fortsatt betydelig, men dosen til benoverflaten og nyrene må også tas i betraktning. På grunnlag av disse studiene ble kreftformer utgått fra lungene, bein og nyrene antatt først og fremst å være av interesse i denne undersøkelsen. I tillegg kommer så de kreftsykdommer, nevnt i avsnitt II. 3, som kan utløses av ytre bestråling.

6. Strålingen i Fensfeltet

Det foreligger en rapport om den naturlige strålingen i Fensfeltet (46). Utførte målinger av gammastrålingen en meter over bakken viser at variasjonene innenfor feltet er betydelig, avhengig av hvilken bergart som finnes i grunnen. Den høyeste verdien ble forøvrig funnet inne i Fengruva (jerngruve nedlagt i 1927). Nivået i området hvor Søve gruver lå, målt en meter over bakken, var relativt lavt, omkring 2-5 ganger det som er vanlig ellers i landet. (Personlig meddelelse fra S. Dahlgren).

Målinger av radon-og thorondøtre i nedlagte gruver i Fensfeltet er vist i tabell 1. Som man ser, er nivået av thorondøtre særlig høyt inne i de nedlagte jerngruvene. I Tuftestollen og gruva, som begge hørte til Søve gruver, er det radondøtrene som viser de høyeste verdiene.

Stranden har også beregnet stråledosen til tidligere gruvearbeidere (46). Resultatene av beregningene sees i tabell 2. I Fensgruva og Søvegruva ble dosen til gruvearbeiderne anslagsvis 50 ganger høyere enn til befolkningen forøvrig i landet. I et dagbrudd vil utluftingen være betydelig bedre enn inne i en gruve, og stråledosen til arbeidere vil her bli atskillig lavere.

Tabell 1. Radon- og thorondøtre i nedlagte gruver i Fensfeltet (46).

Gruve	Antall måle- punkter	Radondøtre (Bqm^{-3})			Thorondøtre (Bqm^{-3})		
		min.	max.	middel	min.	max.	middel
Tufte- stollen	8	220	1750	800	17	42	30
Fensgruva	4	220	590	420	670	800	740
Søve gruver*	5	1900	8000	4500	30	60	45

* Anslåtte verdier kalkulert utfra rådata fra instituttets målinger i 1959.

Tabell 2. Doser til tidligere gruvearbeidere i Fensfeltet⁽⁴⁶⁾.

Gruve	Effektiv doseekvivalent (mSv/år)			Totalt
	Gammastråling	Radondøtre	Thorondøtre	
Tufte- stollen	2	25	4	~ 30
Fensgruva	11	15	130	~ 160
Søve gruver	8	140	6	~ 150

Stranden har også utført målinger av gammastråling, radon- og thorondøtre i hus på Fensfeltet. Videre har han gjort beregner av den stråledosen som beboere på feltet mottar. For nærmere detaljer henvises det til den refererte rapporten.

7. Niob

Ved Søve gruver ble det drevet etter niob. Ettersom dette metallet i økende grad er blitt tatt i bruk i industrien, er det blitt gjort en del forskning for å undersøke om det kan ha helseskadelige virkninger. Det er hittil ikke framkommet data som tyder på at niob kan forårsake kreft. Det blir imidlertid understreket at undersøkelserne er gjort på relativt få niobforbindelser, hovedsaklig pentaklorid og niobater (43).

III. UNDERSØKELSE AV KREFTFOREKOMST HOS TIDLIGERE ARBEIDERE VED SØVE GRUVER

1. Problemstilling

Undersøkelsen har som formål å studere kreftforekomsten i en gruppe arbeidere som ble eksponert for ioniserende stråling i en begrenset tidsperiode fra 1951 til 1965.

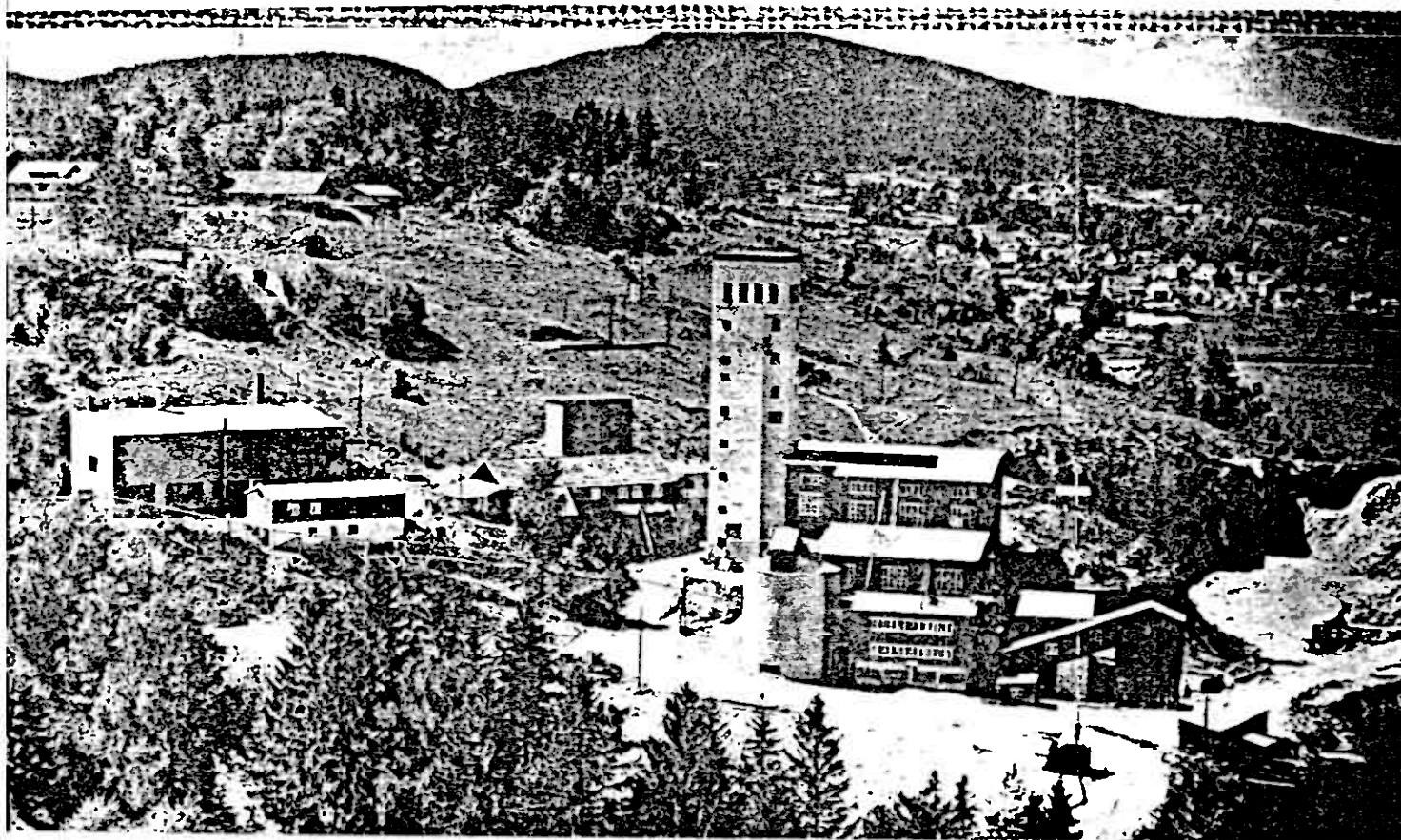


Fig. 5. Norsk Bergverk A/S, Søve gruver. Tettbebyggelsen i Ulefoss sees i bakgrunnen.

2. Undersøkelsesopplegget

a. Metoden for undersøkelsen

I epidemiologien brukes betegnelsen kohort om en undersøkelsesgruppe hvor alle som inngår i gruppen har ett eller flere felles trekk. I den gruppen vi undersøker, er kun ett trekk felles for alle personene: alle har vært ansatt ved Sjøve gruver. Vår kohort består av alle som har vært ansatt ved bedriften i kortere eller lengre tid. Metoden som ble valgt, betegnes som "kohort-undersøkelse".

Hensikten med en kohort-undersøkelse er å studere om forekomsten av sykdom i undersøkelsesgruppen atskiller seg fra forekomsten i en sammenligningsgruppe, f.eks. landets befolkning, over en viss tid. I yrkesmedisinsk sammenheng er problemstillingen vanligvis om det er noen sammenheng mellom det gruppen har vært utsatt for i arbeidslivet og opptreden av sykdom. For å studere denne type spørsmål vil det oftest være nyttig å dele opp gruppen i mindre undergrupper, etter hvilken type og grad av eksponering som er aktuell å undersøke virkningen av. Det er opptreden av kreftsykdommer som skal undersøkes i vår gruppe. Alle nye krefttilfelle som blir påvist i Norge, blir registrert i Kreftregisteret ved Radiumhospitalet i Oslo. Det er derfor ikke nødvendig å gjøre noen slags helseundersøkelser av personene i et slikt undersøkelsesopplegg.

Antall krefttilfelle i undersøkelsesgruppen må så sammenlignes med noe, f.eks. gjennomsnittet i befolkningen, eventuelt inndelt i kvinner og menn. Kreftregisteret har data for forekomsten av såkalte insidensrater av alle former for kreftsykdommer fra 1953 (14,15), beregnet på aldersklasser i befolkningen. For hver person i Norge er det derfor mulig å regne ut hva vedkommendes risiko til å få en bestemt kreftsykdom er i hans alder og i det spesielle året, basert på det som er gjennomsnittet blant alle personer i hans alder (f.eks. 50 år) i det året (f.eks. 1965). På dette grunnlaget kan man beregne hvor mye kreftsykdom som kan ventes i en undersøkelsesgruppe, basert på landsgjennomsnittet. Regnearbeidet er meget omfattende for større

undersøkelsesgrupper og må derfor utføres med EDB-maskin. Det ventede tall kan så sammenlignes med det reelle antall krefttilfelle i undersøkelsesgruppen, som man kan hente ut av Kreftregisteret. Forholdet mellom ventet antall (ekspektert = E) krefttilfelle og inntruffet (observert = O) antall kalles O/E ratio og kan være et uttrykk for den økte risiko for sykdom som en eksponering medfører. For nærmere beskrivelse av metoden henvises det til spesiallitteratur (31,35).

Opptreden av nye krefttilfelle i undersøkelsesgruppen er blitt fulgt fra 1953 til utgangen av 1981. Risikoen for å utvikle en kreftsykdom ble beregnet fra vedkommende person ble ansatt og til utgangen av 1981, eventuelt inntil han døde eller fikk påvist en kreftsykdom, beregnet fra/til nærmeste 1. januar eller 1. juli.

b. Undersøkelsesgruppen

Etter en omfattende leting fant man fram til 3 kilder med navn på de ansatte. Disse navnelistene gjorde det mulig å konstruere en liste med navn over beskjeftigete ved Sjøve gruver.

Dette var kildene:

1. Lønns- og trekkoppgaver fra A/S Norsk Bergverk fra 1957 til 1966. Disse oppgavene ga opplysninger om hvem som var ansatt og deres ansettelsestid i tidsrommet 1957-65.
2. Arbeidsgiverprotokoller ved Nome Trygdekontor fra årene 1953 og 1954. Disse ble benyttet etter tillatelse fra Rikstrygdeverket. Arbeidsgiverprotokollene fra de andre årene var makulert.
3. En udatert liste over gratulanter til en av stifternes fødselsdag, oppbevart hjemme hos en av gruvearbeidernes tillitsmenn.

Ved hjelp av dette materialet ble navnene på 408 tidligere ansatte ved A/S Norsk Bergverk funnet, både arbeidere og funksjonærer. Fra anleggsårene 1951-1952 og driftsårene 1955-1956 manglet opplysninger om ansatte personer. I anleggsårene var arbeidsstokken liten, 22 personer var ansatt i 1952.

Alle arbeiderne ved A/S Norsk Bergverk ble tildelt et arbeidsnummer, som er registrert på lønns- og trekkoppgavene og på gratulasjonslisten. Ved å rekonstruere listen over arbeiderne, med deres arbeidsnummer, var det mulig å få en viss oversikt over hvor mange navn man ikke hadde greid å få tak i. Antallet ligger på rundt 40.

Om disse 40 personene vet man at de alle må ha begynt og sluttet, enten i tidsrommet 1951-1952 eller 1955-1956. De har altså alle vært ansatt forholdsvis kort tid, maksimalt inntil 2 år, sannsynligvis betydelig kortere tid for de fleste vedkommende.

Av de opprinnelige 408 personene som en hadde navnene på, var det 6 personer som det ikke var mulig å identifisere, og disse måtte ekskluderes. Alle disse 6 hadde vært ansatt kun kort tid, bare dager eller uker.

Ved hjelp av direkte intervjuer, spørreskjema og telefonintervjuer ble alle de gjenværende 402 personer eller deres pårørende kontaktet for å bringe ansettelsestid ved Søve gruver, arbeidsoppgaver der, yrkeshistorie forøvrig og røykevaner, på det rene. Det viste seg at 50 tidligere ansatte ved A/S Norsk Bergverk aldri hadde arbeidet på Ulefoss, og disse ble også ekskludert fra undersøkelsesgruppen. En kvinne ønsket ikke å gi opplysninger.

Vi kan da konkludere med at vår kohort består av knapt 400 personer. Ved hjelp av de tre kildene med navn ble det mulig å identifisere 352 av dem. Vi vet at vi har fått med alle som har arbeidet i to år eller mer ved Søve gruver.

Det viste seg at 87 av disse hadde avgått ved døden innen 31.12.81. Ved hjelp av opplysninger fra arbeidskolleger og

pårørende var det mulig å rekonstruere tidligere yrkeshistorie og arbeidsoppgaver ved Søve gruver for samtlige av disse. Røykevanene ble også kartlagt for alle, bortsett fra to personer (én kvinne, og én mann som forulykket i 1962). En gjorde ingen anstrengelser for å bringe dødsårsak på det rene i denne intervju-runden.

De gjenværende 265 personer ble kontaktet direkte for å klarlegge yrkeshistorie, arbeid ved Søve gruver og røykevaner. Det ble ikke gjort noen undersøkelser av helsetilstanden. 26 personer ble intervjuet personlig av prosjektlederen for også å klarlegge arbeidsforhold og eksponeringsforhold i gruveanleggene. De resterende 239 personer ble bedt om å fylle ut et spørreskjema (se vedlegg 3). Etter to purringer returnerte i alt 220 personer skjemaene i mer eller mindre utfylt stand. En rekke av disse (ca. 60%) ble kontaktet over telefon for å få ytterligere informasjon. Når det gjelder de 19 personene som ikke svarte på de skriftlige henvendelsene, ble 16 intervjuet over telefon etter å ha gitt sitt samtykke. De tre gjenværende personene var det ikke mulig å komme i kontakt med.

Ved en slik kombinert intervjumetode var det mulig å få tilstrekkelige opplysninger om 261 av de 265 personene som var identifisert og som levde (98%).

Det viste seg at kvinnene ved Søve gruver enten hadde vært rengjøringsassistenter eller hadde arbeidet i kontorene. Ingen av dem hadde arbeidet i gruvene, vaskeriet eller smelteverket. Alle de 30 kvinnene ble derfor ekskludert fra undersøkelsesgruppen for å gjøre gruppen mer enhetlig. I tillegg måtte 4 menn ekskluderes før den videre behandling av undersøkelsesmaterialet, 3 p.g.a. utilstrekkelige persondata og 1 p.g.a. flytting til Sverige. På dette grunnlaget var det i alt 34 personer som ble ekskludert, og undersøkelsesgruppen ble bestående av 318 menn, derav 78 døde pr. 31.12.81.

Innsamlingen av opplysningene foregikk fra høsten 1981 til sommeren 1982.

Før man gikk til innsamling av persondata hadde man fått Data-tilsynets konsesjon til å opprette personregister.

c. Eksponeringsdata

α. Yrkeshistorie

De ansattes arbeid før og etter tida ved Søve gruver ble registrert. Det kan være av interesse å se på hva slags yrker eller arbeidsoppgaver særlig gruvearbeiderne ble rekruttert fra. I tabell 2 vises hva de 77 gruvearbeiderne ved Søve gruver gjorde 1 år før de ble ansatt ved Søve gruver. Denne oppstillingen tør gi en viss pekepinn om hvordan rekrutteringen til gruvearbeideryrket foregikk.

Tabell 2. Gruvearbeidernes arbeidsoppgaver ett år før ansettelse ved Søve gruver.

	Antall
Bygg og anlegg (arbeid over jorda)	31
Gruve- og tunnelarbeid	18
Jord- og skogsbruksarbeid	13
Annet industriarbeid	7
Diverse	8
Tilsammen	77

Ansettelsestid og yrke ved Søve gruver kunne finnes i lønns- og trekkoppgavene for de aller flestes vedkommende. Opplysningene ble bekreftet og utfyllt ved intervjuene og spørreskjemaene. For arbeidere som hadde forskjellige jobber ved gruva, ble den jobben han var lengst i brukt som yrkesbetegnelse.

Tida de ansatte arbeidet ved de forskjellige avdelingene i bedriften ble anslått så nøyaktig som mulig i måneder. Anslaget ble gjort på grunnlag av opplysningene om ansettelsestid og opplysninger fra de ansatte selv eller deres arbeidskolleger. For ansatte som hadde vært beskjeftiget kun ett sted hele tida, f.eks. i gruva, kunne anslaget gjøres temmelig nøyaktig. Når det gjelder personer som f.eks. hadde arbeidet både i gruva, Tufte-stollen og i dagbruddene, ble anslaget mindre nøyaktig,

men vanligvis innen $\pm$ noen få måneders margin.

Tabell 3 viser hvordan de 318 menn som vårt materiale består av, fordelte seg på ulike yrker/arbeidsoppgaver ved Søve gruver.

Tabell 3. Fordelingen av 318 ansatte ved Søve gruver i yrker/arbeidsoppgaver.

Gruvearbeidere	77 mann
Vaskeriarbeidere (oppredningen)	38 mann
Ferroniobarbeidere	16 mann
Vedlikehold m.m. (reparatører, snekkere, maskinkjørere, laboratoriearbeid, anleggsarbeid)	158 mann
Arbeidsledere og kontorpersonale	29 mann
Tilsammen	318 mann

β. Eksponering ved Søve gruver.

Etter samtale med nærmere 30 tidligere ansatte ved Søve gruver, både arbeidere og funksjonærer, om hvordan arbeidet ved gruveanleggene foregikk, har en dannet seg et bilde av den eksponering som de forskjellige arbeidsoppgaver førte med seg. Det har dessverre ikke vært mulig å fremskaffe resultater av målinger som måtte ha blitt gjort den tida bedriften eksisterte, bortsett fra målinger av den radioaktive strålingen.

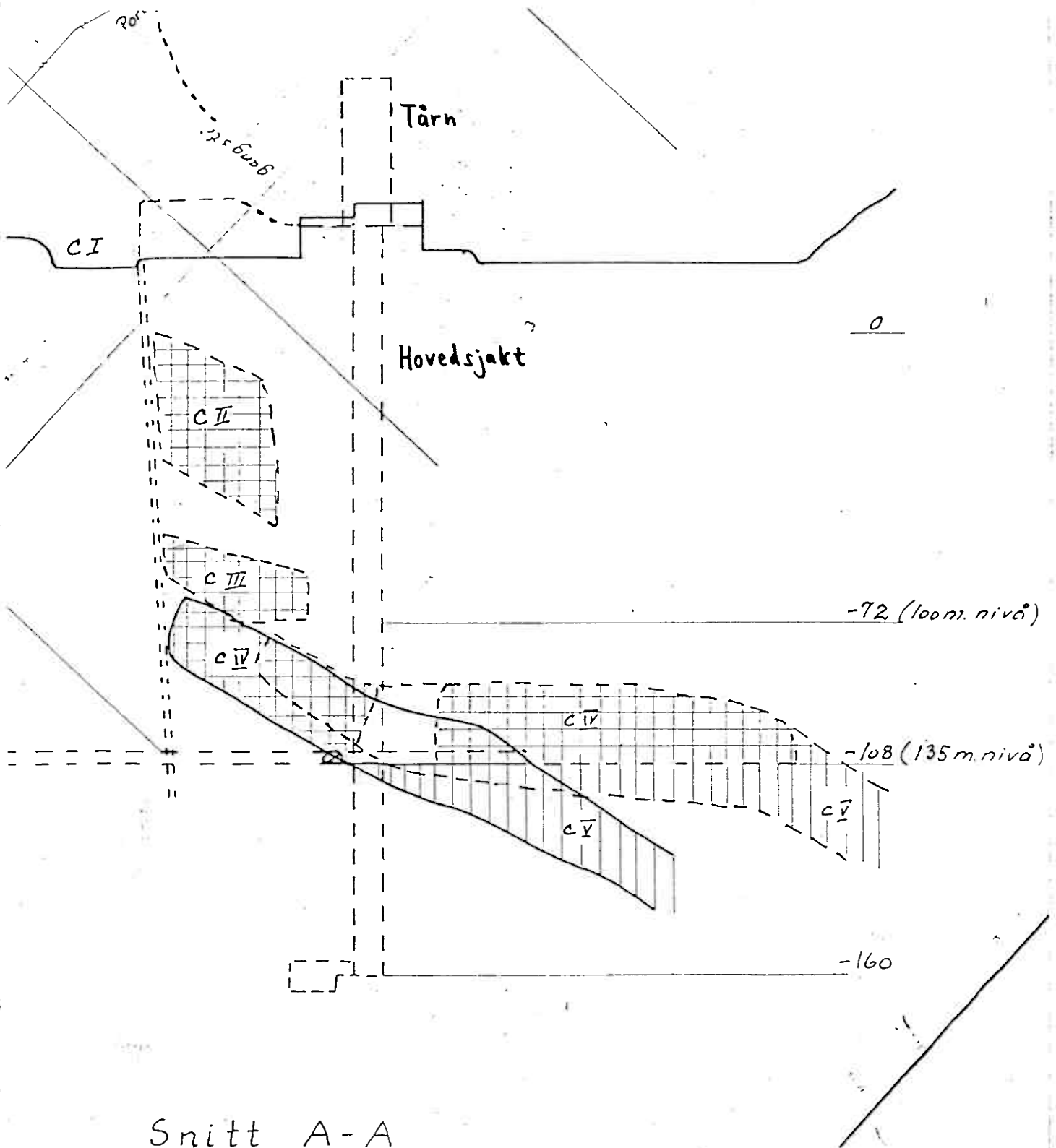
Det ble lagt vekt på å karakterisere støv- og strålingseksponeringen mest mulig nøyaktig.

Støv

Malmen ble brutt på tre måter:

1. Fra dagbrudd, i hovedsak Cappelenbruddet, med mindre tilskudd fra det nærliggende Hydrobruddet.

2. Fra Tuftestollen. Det ble skutt en 1000 meter lang tunnel inn i fjellet fra Norsjø-sida, og innerst i denne stollen ble det brutt noe stein. Denne malmen var imidlertid ikke så rik på niob, så aktiviteten i dette bruddet var ikke stor. Bruddet synes å ha blitt drevet fram til 1964.
3. Fra "gruva". Fra 1957 til virksomheten ble nedlagt i 1965 var det den underjordiske driften her ned til 135 meters nivå som ga de største steinmassene. Det framgår av fig. 6 hvordan de forskjellige underjordiske bruddene lå i forhold til sjakttårnet og Cappelen-bruddet (C I). Det henvises også til kartene i vedlegg 4 og 5. Disse kartene, som her er nedkopiert, er vennligst blitt stilt til disposisjon av bergmester Johnsen.



Snitt A-A

Fig. 6. Kart som viser bruddene i gruva.

(Kartet er vennligst stilt til disposisjon av bergmester Johnsen).

Arbeiderne i disse bruddene ble utsatt for støv. I dag-bruddene ble det boret og lastet tørt, med en god del støvføyke til følge. I Tuftestollen foregikk imidlertid boringen og lastingen først etter vannspyling. Støveksponeringen ble derved redusert. Tuftestollen ble ventilert ved at frisk luft ble blåst inn mot "stuffen" (stedet der boringen og skytingen pågikk) gjennom et rørsystem utenfra med diameter på 40-50 cm. Gassen etter skytingen og etter diesellokomotivet som gikk inn i stollen, ble dermed blåst ut.

I gruva var fjellet vått, men fortsatt kunne det bli en viss støvdannelse ved boringen og lastingen. Det sto en knusemaskin, en pralmølle, nede på 100 meters nivå og denne støvet også noe. Alle maskinene (dvs. lastemaskiner, lokomotiv, bormaskiner og mølle) ble drevet med elektrisk strøm.

Gruva ble utluftet med en vifte med kapasitet på 20 000 m³/time, som var plassert på toppen av en ventilasjonssjakt som sto i forbindelse med hallene og bruddene i gruva. Denne ventilatoren suget luft ut av gruva. Frisk luft kom ned gjennom hovedsjakten. Tilførselen av frisk luft gjennom sjakta kunne forbedres ved å la sjaktheisen gå opp og ned noen ganger. I hallene kunne en merke trekken fra ventilasjonen, og utluftingen synes å ha vært relativt god i de sentrale deler av gruva. En kan regne med at volumet av gruva var omkring 75 000 m³. Ventilasjonssystemet skulle, basert på disse opplysningene, greie et luftskifte på ca. 15 minutter.

I de mer avsidesliggende gruvegangene trengtes ekstra ventilasjon. I ortene ble det benyttet 3 propellvifter, hver med kapasitet på 4 500 m³/t. Viftene ble både brukt til å suge luft fra bore- og skytestedet og blåse luft inn i orten.

Mest effektiv ble utluftingen av skytegassen når lufta ble blåst inn.

Temperaturen i gruva holdt seg nærmest konstant på +7°C året rundt.

Opplysningene om ventilasjonssystemet er gitt av Harald Halvorsen, som var elektrikerformann ved Søve gruver.

Etter å ha blitt brutt, ble steinmassene transportert til oppredningsavdelingen, vanligvis kalt vaskeriet. Her ble steinen først knust. Stein fra dagbruddene var tørr når den kom i mølla, og kunne støve betydelig. Mesteparten av steinen var imidlertid våt, og dette begrenset støvutviklingen. Et par mann arbeidet i knuseren.

I selve vaskeprosessen ble det ingen støvutvikling, den oppmalte malmen var hele tida tilsatt vann. Dessuten var det god gjennomtrekk i vaskeriet. Konsentratet ble så tørket, seinere veid og så lagret i siloer. I tørkeavdelingen støvet det rikelig både fra tørka, vekta og siloen, men her arbeidet det kun et par mann.

Forkonsentratet fra vaskeriet med et Nb_2O_5 -innhold på omkring 8% ble kjørt til Norsk Hydro, Herøya, Porsgrunn, til videreforedling. Eksportvaren inneholdt omkring 50% Nb_2O_5 .

I 1957 startet Søve gruver en ferroniobfabrikk for ytterligere foredling av konsentratet. I dette smelteverket var det en god del støvutvikling fra knuseprosessene. Arbeiderne hadde fått beskjed om å bruke maske, men det ble slurvet med dette. Støvet var rikeligst rundt knuserne, men ble også hengende i hele fabrikklokalet. Støvet var en blanding av nioboksyd og ferroniob. Det var avtrekksvifter i taket, etter hvert ble det også montert kanaler bort til knusemaskinene. En har fått et bestemt inntrykk av at ventilasjonen ikke var god nok til å forhindre at arbeiderne i stor utstrekning ble støveksponert.

Vi har regnet med at gruvearbeiderne, de som sto og boret, skjøt og lastet, har vært eksponert for støv og skytegass, mens andre arbeidere i gruva og stallen, som reparatører, elektrikere osv., ikke har vært det. I vaskeriet har vi regnet arbeiderne ved knuseren som steinstøveksponert, videre må arbeiderne i tørka ha vært niobstøveksponert. Det samme gjelder arbeiderne i smelteverket. Vaskeriarbeiderne synes ikke å ha vært støveksponert.

Kohorten ble inndelt i 4 grupper etter hvor lenge støv-eksponeringen varte.

Asbest ble brukt sporadisk, bl.a. til reparasjon av lageret i steinknuseren som sto nede på "100-meteren" i gruva.

Radioaktiv stråling

Statens institutt for strålehygiene utførte enkelte målinger av alfa-aktiviteten i lufta i gruva og den eksterne gamma-strålingen i 1959 (ikke publisert). Ved å bruke disse rådata har laboratorieførstefysiker Erling Stranden ved dette instituttet beregnet den kortlivete alfa-aktiviteten og gammastrålingen, slik det fremgår av tabell 4. Disse målingene er beheftet med en rekke usikkerhetsmomenter. Det henvises til referanse nr. 42 for en nærmere drøfting av disse usikkerhetsmomenter.

Den samlede (akkumulerte) dose alfa- og gammastråling ble så beregnet for hver enkelt arbeider basert på gjennomsnittsverdiene i tabell 4 og antatt arbeidstid i måneder i de forskjellige avdelingene i bedriften.

Tabell 4. Målinger av radon- og thoron-døtre og gammastråling i gruva i 1959 (beregnet av Stranden).

	Radon-døtre	Thoron-døtre	Gammastråling
	WL	WL	prad/time
Maksimum	2.2	0.2	
Minimum	0.5	0.1	
Gjennomsnitt	1.0	0.2	400

Beregningene ble videre basert på ytterligere to forutsetninger; at alfa-aktiviteten i Tuftestollen var halvparten av aktiviteten i gruva og at gammaaktiviteten i Tuftestollen og fabrikken var 100 prad/time. I alle andre steder i bedriften ble strålingen antatt å være som normal bakgrunnsstråling og satt lik null. Kohorten ble delt inn i 5 grupper etter beregnet alfa-dose og 3 grupper etter beregnet gamma-dose.

γ. Tobakksforbruk.

Opplysninger om tobakksforbruk lot seg framskaffe hos alle identifiserbare menn i kohorten, bortsett fra 5 mann.

Materialet inneholder opplysninger om mengde tobakk som har vært brukt opp gjennom årene for hver enkelt, hva vedkommende har røykt eller brukt av tobakk, og når tobakksforbruket begynte, evt. opphørte.

På grunnlag av disse data ble den totale dose tobakk som hver enkelt hadde forbrukt i sitt liv, inntil utgangen av 1981, beregnet i gram.

Kohorten ble delt inn i 3 grupper etter beregnet livstids-dose i gram.

Arbeidet med å karakterisere hver enkelt arbeiders eksponering ble i sin helhet utført før materialet ble sendt til Kreftregisteret til databehandling og identifikasjon av de kreftsyke. På denne måten unngikk man at kunnskap om krefttilfellene skulle påvirke eksponeringskategoriseringen.

d. Statistikk

For å kunne vurdere om resultatene kan skyldes tilfeldig variasjon, er de viktigste resultatene underkastet en enkel statistisk bearbeidelse basert på en såkalt Poisson fordeling. Når det på grunnlag av denne beregningen framkommer en liten p-verdi (dvs. p mindre enn f.eks. 0.05), betyr det at sjansene for at et resultat skyldes rene tilfeldigheter, er små.

e. Resultater

Resultatene av denne undersøkelsen blir presentert som forholdet mellom observerte antall krefttilfelle (O) og ventede antall krefttilfelle (E) på grunnlag av gjennomsnittet i den mannlige befolkningen i Norge. Gruppen ble fulgt fra begynnelsen av 1953 til utgangen av 1981.

Tabell 5 viser forholdet mellom observerte og ventede tilfelle av alle kreftformer samlet. Som man ser, ble det funnet alt i alt 24 tilfelle av kreftsykdom, mot 22.81 ventet. Tabellen viser at hos gruvearbeiderne er det en markert overhyppighet av kreftsykdom. I denne tabellen er også den totale dødelighet i kohorten tatt med. Tallene for den totale dødelighet viser at 78 ansatte er avgått ved døden, mens det ventede tall er 67.86.

De 24 krefttilfellene var fordelt slik når det gjelder den nærmere diagnose: 12 var lungekreft, 3 blærehalskjertelkreft, 2 tykktarmskreft og 5 andre tilfelle fordelte seg på hver sin diagnose. Det var to tilfelle av leukemi (blodkreft) mot ventet 0.7. Begge disse arbeiderne hadde vært ansatt i vaskeriet og hadde ikke blitt karakterisert som hverken alfa- eller gammastrålebelastet.

Det ventede antall lungekrefttilfelle i hele studiegruppen, basert på risikoen i den gjennomsnittlige mannlige norske befolkningen, er 2.96. Tolv ansatte hadde fått påvist lungekreft inntil slutten av 1981. Dette gir et forholdstall mellom observert og ventet på 4.05. (Statistikk: $\chi^2(1) = 5.79$, $p = 0.008$ en-sidig).

I tabell 6 kan man se hvordan disse lungekrefttilfellene fordeler seg på de ulike yrkesgruppene ved bedriften. Tabellen viser at det er blant gruvearbeiderne man finner den markerte overhyppigheten av lungekreft (9 tilfelle mot 0.81 ventet, $O/E = 11.11$).

Tabell 5. Observert (O) og ventet (E) tall for total dødelighet og alle krefttilfelle i studiegruppen, fordelt på de ulike yrkeskategorier.

Yrkeskategori	Antall ansatte	Alle dødsfall		Alle krefttilfelle		Personår 1953-81
		O	E	O	E	
Gruvearbeidere	77	26	17.83	12	5.52	1717.0
Vaskeriarbeidere	38	8	9.47	5	3.22	941.0
Fabrikkarbeidere	16	5	4.38	1	1.50	376.5
Vedlikehold m.m.	158	33	28.59	6	9.98	3824.5
Kontor og administrasjon	29	6	7.59	0	2.59	732.0
Total	318	78	67.86	24	22.81	7591.0

Tabell 6. Fordelingen av lungekrefttilfellene blant yrkene i bedriften.

Yrkeskategori	Antall ansatte	Observert (O)	Ventet (E)	O/E	Personår 1953-81
Gruvearbeidere	77	9	0.81	11.11*	1717.0
Vaskeriarbeidere	38	1	0.41	2.44	941.0
Fabrikkarbeidere	16	0	0.16	0	376.5
Vedlikehold m.m.	158	2	1.24	1.61	3824.5
Kontor og administrasjon	29	0	0.33	0	732.0
Total	318	12	2.96	4.05	7591.0

*p = 0.015 (en-sidig)

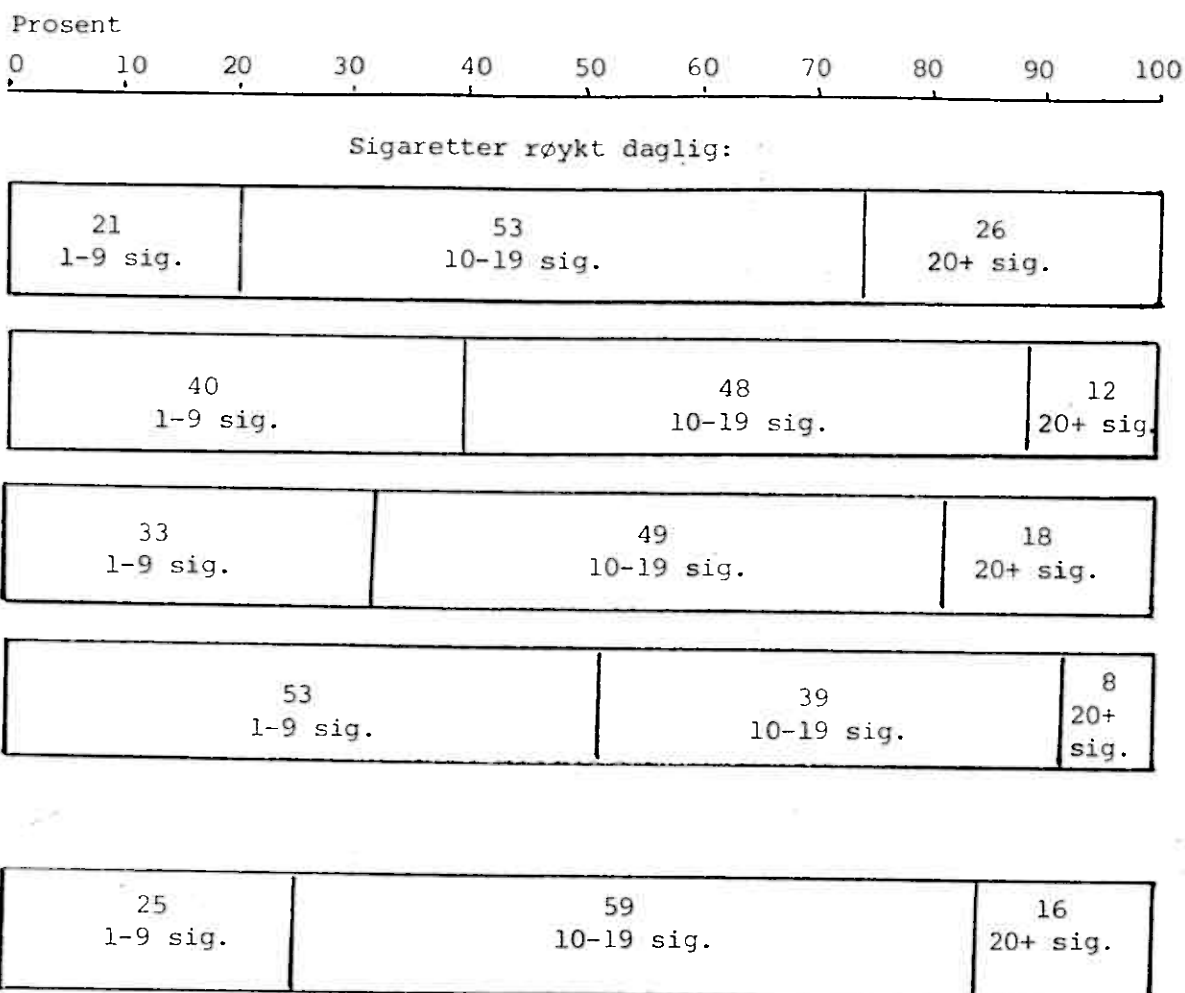


Fig. 8. Prosentvis fordeling av sigaretttrøykende menn i byer og land-distrikt etter daglig sigarettforbruk. Kreftregisterets tall i 2 aldersklasser (52), tallene nederst fra Søve gruver uten aldersklasser. Grupperenes prosentandel angitt med tall.

Av figur 7 går det fram at den prosentvise fordelingen av "nåværende" røykere og ikke-røykere i 1964/65 var 75/25. Det tilsvarende tall for Østlandets landdistrikter var 55/45 og for byer i Sør-Norge 64/36.

I gruppen av gruvearbeidere var den prosentvise fordelingen av "nåværende" røykere og ikke-røykere i 1964/65 så høy som 85/15.

Av figur 8 sees det at fordelingen av små-, middels- og stor-røykere blant sigaretttrøykerne ved Søve gruver ikke avviker fra den vanlige fordelingen i landet.

I tabell 7 sees fordelingen av lungekrefttilfellene i 3 kategorier tobakksforbruk, basert på beregnet livstids-dose inntil utgangen av 1981.

Tabell 7. Fordelingen av lungekrefttilfelle i tre kategorier av tobakkeksponering, basert på beregnet livstids-dose inntil utgangen av 1981.

Kategori	Antall	Observert (O)	Ventet (E)	O/E	Personår 1953-81
Ikke- og sporadisk røykere (inntil 20.000 g/livstid)	58	0	0.50	0	1397.0
Middels-røykere (fra 20.000 til 200.000 g/livstid)	190	5	1.57	3.18	4514.5
Stor-røykere (fra 20.000 til 200.000 g/livstid)	65	7	0.88	7.95*	1587.0
Ukjent	5	0	0.01	0	92.5
Total	318	12	2.96	4.05	7591.0

*p = 0.026 (en-sidig)

3. Konklusjon

Det henvises til referanse nr. 42 for en nøyere diskusjon av undersøkelsens resultater.

Undersøkelsen har vist en overhyppighet av lungekreft blant gruvearbeiderne ved Søve gruver. Det er derimot ingen overhyppighet av andre kreftformer. Det er interessant å legge merke til at det ikke var observert noen tilfelle av skjoldbruskskjertelkreft. Det var to ansatte som fikk leukemi. Begge hadde et arbeid som synes å ha medført relativ liten bestråling. Den ene var ansatt kun i 8 måneder, den andre var ansatt i nærmere 10 år. Det er ikke mulig å trekke noen sikre slutninger på grunnlag av disse to tilfellene. Når 0.6 tilfelle er ventet, er ikke 2 tilfelle mer enn det tilfældigheter kan medføre.

Resultatene synes å vise at det er en sammenheng mellom alfa-stråling og forekomst av lungekreft; støveksponering og lungekreft; og røyking og lungekreft. Selv om det var betydelig flere røykere blant gruvearbeiderne ved Søve gruver enn sammenliknet med landsgjennomsnittet, kan ikke tobakksforbruket alene forklare overhyppigheten. Forklaringen ligger sannsynligvis i samvirket mellom flere faktorer: tobakksrøyking, radioaktiv stråling, støv og skytegass.

Et nærliggende spørsmål er om det kan foreligge en hittil ukjent faktor som kan bidra til å forklare overhyppigheten av lungekreft ved Søve gruver. Den kjemiske sammensetningen av søvitt er ikke kartlagt fullt og helt. I vedlegg 6 er de data om søvitts sammensetning som er publisert, satt sammen. På grunnlag av de data vi sitter inne med, har ikke vi kunnet peke på noen bestemt tilleggsfaktor. Heller ikke gir undersøkelsen noen holdepunkter for at niob skulle være kreftfremkallende.

IV LITTERATURHENVISNINGER

1. Agricola G. De re metallica. Translated from the first latin edition of 1556... by H.C. Hoover and L.H. Hoover. London: The Mining Magazine, 1912.
2. Albert RE. Thorium: its industrial hygiene aspects. New York: Academic Press, 1966.
3. Albert R, Klevin P, Fresco J, Harley J, Harris W, Eisenbud M. Industrial hygiene and medical survey of a thorium refinery. Arch Ind Health 1955;11:234-242.
4. Archer VE. Health concerns in uranium mining and milling. JOM 1981;23:502-505.
5. Archer VE, Gillam JD, Wagoner JK. Respiratory disease mortality among uranium miners. Ann NY Acad Sci 1976;271: 280-293.
6. Archer VE, Lundin FE. Radiogenic lung cancer in man: exposure-effect relationship. Environ Res 1967;1:370-383.
7. Archer VE, Wagoner JK. Lung cancer among uranium miners in the United States. Health Phys 1973;25:351-371.
8. Archer VE, Wagoner JK, Lundin FE. Cancer mortality among uranium mill workers. JOM 1973;15:11-14.
9. Archer VE, Wagoner JK, Lundin FE. Uranium mining and cigarette smoking effects on man. JOM 1973;15:204-211.
10. Arnstein A. Ueber der sogenannten "Schneeberger Lungenkrebs". Wien Klin Wochenschr 1913;26:748-752.
11. Axelson O. Epidemiology of occupational cancer: mining and ore processing. In: Prevention of occupational cancer. International symposium, proceedings, Helsinki 21-24 April 1981. Geneva: International Labour Office, 1982: 135-49. (Occupational Safety and Health Series No.46)
12. Axelson O, Sundell L. Mining, lung cancer and smoking. Scand J Work Environ Health 1978;4:46-52.
13. Brøgger WC. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebiets. IV. Das Fengebiet in Telemark, Norwegen. Norske Videnskaps-Akademi Skrifter 1920 Nr. 9.
14. Cancer Registry of Norway. Cancer registration in Norway. The incidence of cancer in Norway 1969-71. Oslo: The Norwegian Cancer Society, 1973.
15. Cancer Registry of Norway. Trends in cancer incidence in Norway 1955-1978. Oslo: Cancer Registry of Norway, 1982.

cts of Ionizing Radiations.
posure to low levels of
III 1980). Washington DC:

tering om berggrunns-
ågar. Skien: Fylkeskart-

ffects of mining and
arcinoma: a case-control
iol Oncol 1982;21:305-313.

a review. Br J Ind Med

Howell DM. The exposure
Br J Ind Med 1970;27:

in a group of iron ore
9.

aspects on radon daughter
ound miners. Br J Ind

among Navajo uranium

s, die Bergkrankheit
ahrsschrift für
: Sanitätswesen

e S, red. Holla I.
iestøl. Ulefoss:

Ytterbøe S, red.
ved S. Liestøl.

radioactive materials..
s. Casarett and
f poisons. 2nd ed.

of the seven-
ranium mining.

nd effective dose
radon 220 and
ft für Strahlen-

30. Kusnetz HL. Radon daughters in mine atmospheres: a field method for determining concentrations. Am Ind Hyg Assoc J 1956;17:85-88.
31. Langård S, Norseth T. A cohort study of bronchial carcinomas in workers producing chromate pigments. Br J Ind Med 1975;32:62-65.
32. Lorenz E. Radioactivity and lung cancer: a critical review of lung cancer in the mines of Schneeberg and Joachimsthal. J Natl Cancer Inst 1944;5:1-15.
33. Ludewig P, Lorensen E. Untersuchung der Grubenluft in den Schneeberger Gruben auf den Gehalt an Radiumemanation. Z Phys 1924;22:178-185.
34. Lundin FE, Lloyd JW, Smith EM, Archer VE, Holaday DA. Mortality of uranium miners in relation to radiation exposure, hard-rock mining and cigarette smoking - 1950 through Sept. 1967. Health Phys 1969;16:571-578.
35. Pedersen E, Høgetveit AC, Andersen Aa. Cancer of respiratory organs among workers at a nickel refinery in Norway. Int J Cancer 1973;12:32-41.
36. Pirchan A, Šikl H. Cancer of the lung in the miners of Jáchymov (Joachimsthal): report of cases observed in 1929-1930. Am J Cancer 1932;16:681-722.
37. Rajewsky B. Bericht über die Schneeberger Untersuchungen. Z Krebsforsch 1940;49:315-340.
38. Rockette HE. Mortality patterns of coal miners. In: Rom WN, Archer VE, eds. Health implications of new energy technologies. Ann Arbor, Ann Arbor Sci., 1980: 269-281.
39. Rostoski, Saupe, Schmorl. Die Bergkrankheit der Erzbergleute in Schneeberg in Sachsen ("Schneeberger Lungenkrebs"). Z Krebsforsch 1926;23:360-384.
40. Ševc J, Kunz E, Plaček V. Lung cancer in uranium miners and long-term exposure to radon daughter products. Health Phys 1976;30:433-437.
41. Snihs JO. The approach to radon problems in non-uranium mines in Sweden. 3rd International Congress of the IRPA, proceedings. US Atomic Conference Report CONF-730907. 1973: 900-911.
42. Solli HM, Andersen Aa, Stranden E, Langård S. Cancer incidence among workers at a niobium mine. (Innsendt til publisering).
43. Stokinger HE. Niobium Nb (Columbium, Cb). In: Clayton GD, Clayton FE, eds. Patty's industrial hygiene and toxicology. Vol. 2A, toxicology. 3rd red. ed. New York: Wiley-Interscience, 1981: 1841-1853.

44. Stranden E. Population doses from environmental gamma radiation in Norway. Health Phys 1977;33:319-323.
45. Stranden E. Thoron and radon daughters in different atmospheres. Health Phys 1980;38:777-785.
46. Stranden E. En undersøkelse av naturlig stråling i Fensfeltet ved Ulefoss. Østerås: Statens institutt for strålehygiene, 1982. (SIS Rapport 1982:9)
47. Sæther E. The alkaline rock province of the Fen area in southern Norway. Det Kgl norske Videnskabers Selskab Skrifter 1957: 1-150.
48. Tuttle OF, Gittins J, eds. Carbonatites. New York: Interscience, 1966.
49. Ulefos Jernværk. In: Homme J, red. Årbok for Telemark 1956. Telemark Mållag, 1956: 155-159.
50. Villiers AJ de, Windish JP. Lung cancer in a fluorspar mining community. 1. Radiation, dust, and mortality experience. Br J Ind Med 1964;21:94-109.
51. Wagoner JK, Archer VE, Lundin FE, Holaday DA, Lloyd JW. Radiation as a cause of lung cancer among uranium miners. N Engl J Med 1965;273:181-188.
52. Zeiner-Henriksen T. Røkevaner i den norske befolkning. Tidsskr Nor Lægeforen 1976;96:617-627.

Forklaring av faguttrykk

Alfastråling: En del av den radioaktive strålingen. Alfastrålene består av positivt ladde heliumkjerner.

Bronkiene: Luftveiene fra stedet der luftrøret deler seg, til de minste endeforgreiningene i lungene.

Eksponering: Det å være utsatt for en påvirkning.

Epidemiologi: Læren om de faktorer som påvirker forekomsten av sykdom innen grupper i befolkningen.

Gammastråler: En del av den radioaktive strålingen. Gammastrålene er elektromagnetiske stråler som sendes ut fra ustabile atomkjerner. Disse strålene er av samme natur som røntgenstrålene, men har høyere energi.

Insidens: Et mål for sykkeligheten i befolkningen. Insidensen uttrykkes som antall nye syketilfeller i løpet av en bestemt tidsperiode, f.eks. ett år, dividert med antall personer i befolkningen.

Insidensrate: Insidensen (se ovenfor) uttrykt som nye syketilfeller pr. 10 000, 100 000 eller 1000 000 personer pr. år.

Ioniserende stråler: Stråling som resulterer i at det dannes ioner når den passerer gjennom materie. Alfastråling og gammastråling er eksempler på ioniserende stråling.

Isotop: Et bestemt atomslag blant flere som tilhører samme grunnstoff og derfor står på det samme stedet i grunnstoffenes periodesystem.

Kohort: Opprinnelig den tropp soldater som hvert italiensk forbunds-felle-folk ytte romerstaten. I epidemiologien blir uttrykket brukt om en begrenset undersøkelsesgruppe som har ett eller flere felles trekk (f.eks. en spesiell eksponering).

Plateepitel: Den celletypen som bl.a. veggen i luftrørene er dekket med.

Radiumemanasjon: Historisk navn på den gassen som avgis fra radium i forbindelse med at metallet brytes ned ved radioaktiv stråling. Radiumemanasjon kalles nå radon.

Radon: Radioaktivt grunnstoff som hører til edelgassene.

Thoron: Historisk navn på en bestemt isotop blant radon-isotopene. Forekommer i den naturlige radioaktive serien som har thorium som utgangsstoff.

Working level (WL): Angir hvilken som helst kombinasjon av kortlivete spaltningsprodukter av radon eller thoron pr. liter luft som vil gi opphav til en bestemt mengde alfa-partikkel-energi (1.3×10^5 MeV).

Working level month (WLM): Resultatet av eksponering for en konsentrasjon av spaltningsprodukter i luft svarende til 1 working level i en gjennomsnittlig arbeidsmåned på 170 timer med en gjennomsnittlig pusterate på $1.2 \text{ m}^3/\text{time}$.

^{238}U og ^{232}Th -seriene

Tabell 1.

RADIOACTIVE DECAY PROPERTIES OF THE ^{238}U SERIES

Nuclide	Historical name	Half-life	Major radiation energies (MeV) and intensities		
			α	β	γ
^{238}U	Uranium I	$4.51 \cdot 10^9$ y	4.15 (25%) 4.20 (75%)	—	—
^{234}Th	Uranium X ₁	24.1 d	—	0.103 (21%) 0.193 (79%)	0.063 (3.5%) 0.093 (4%)
$^{234\text{m}}\text{Pa}$	Uranium X ₂	1.17 min	—	2.29 (98%)	0.765 (0.30%) 1.001 (0.60%)
^{234}Pa	Uranium Z	6.75 h	—	0.53 (66%) 1.13 (13%)	0.100 (50%) 0.70 (24%) 0.90 (70%)
^{234}U	Uranium II	$2.47 \cdot 10^5$ y	4.72 (28%) 4.77 (72%)	—	0.053 (0.2%)
^{230}Th	Ionium	$8.0 \cdot 10^4$ y	4.62 (24%) 4.68 (76%)	—	0.068 (0.6%) 0.142 (0.07%)
^{226}Ra	Radium	1602 y	4.60 (6%) 4.78 (95%)	—	0.186 (4%)
^{222}Rn	Emanation Radon (Rn)	3.823 d	5.49 (100%)	—	0.510 (0.07%)
^{218}Po	Radium A	3.05 min	6.00 (~100%)	0.33 (~0.019%)	—
^{218}Pb	Radium B	26.8 min	—	0.65 (50%) 0.71 (40%) 0.98 (6%)	0.295 (19%) 0.352 (36%)
^{218}At	Astatine	~2 s	6.65 (6%) 6.70 (94%)	? (~0.1%)	—
^{214}Bi	Radium C	19.7 min	5.45 (0.012%) 5.51 (0.008%)	1.0 (23%) 1.51 (40%) 3.26 (19%)	0.609 (47%) 1.120 (17%) 1.764 (17%)
^{214}Po	Radium C'	164 μ s	7.69 (100%)	—	0.799 (0.014%)
^{214}Tl	Radium C''	1.3 min	—	1.3 (25%) 1.9 (56%) 2.3 (19%)	0.296 (80%) 0.795 (100%) 1.31 (21%)
^{214}Pb	Radium D	21 y	3.72 (0.00002%)	0.016 (85%) 0.061 (15%)	0.047 (4%)
^{214}Bi	Radium E	5.01 d	4.65 (0.0007%) 4.69 (0.0005%)	1.161 (~100%)	—
^{210}Po	Radium F	138.4 d	5.305 (100%)	—	0.803 (0.0011%)
^{210}Tl	Radium E''	4.19 min	—	1.571 (100%)	—
^{210}Pb	Radium G	Stable	—	—	—

Tabell 2.

RADIOACTIVE DECAY PROPERTIES OF THE ^{232}Th SERIES

Nuclide	Historical name	Half-life	Major radiation energies (MeV) and intensities		
			α	β	γ
^{232}Th	Thorium	$1.41 \cdot 10^{10}$ y	3.95 (24%) 4.01 (76%)	-	-
^{228}Ra	Mesothorium I	5.8 y	-	0.055 (100%)	-
^{228}Ac	Mesothorium II	6.13 h	-	1.18 (35%) 1.75 (12%) 2.09 (12%)	0.34 (15%) 0.908 (25%) 0.96 (20%)
^{228}Th	Radiothorium	1.910 y	5.34 (28%) 5.43 (71%)	-	0.084 (1.6%) 0.214 (0.3%)
^{228}Ra	Thorium X	3.64 d	5.45 (6%) 5.68 (94%)	-	0.241 (3.7%)
^{220}Rn	Emanation Thoron (Tn)	55 s	6.29 (100%)	-	0.55 (0.07%)
^{216}Po	Thorium A	0.15 s	6.78 (100%)	-	-
^{212}Pb	Thorium B	10.64 h	-	0.346 (81%) 0.586 (14%)	0.239 (47%) 0.300 (3.2%)
^{212}Bi	Thorium C	60.6 min	6.05 (25%) 6.09 (10%)	1.55 (5%) 2.26 (55%)	0.040 (2%) 0.727 (7%) 1.620 (1.8%)
^{212}Po	Thorium C'	304 ns	8.78 (100%)	-	-
^{208}Tl	Thorium C''	3.10 min	-	1.28 (25%) 1.52 (21%) 1.80 (50%)	0.511 (23%) 0.583 (86%) 0.860 (12%) 2.614 (100%)
^{208}Pb	Thorium D	Stable	-	-	-

Referanse:

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1977 report to the General Assembly. United Nations, New York 1977.

Hva er Deres navn?

Når er De født?

Adresse?

Telefonnummer: Hjemme (eller nabo)

— " — Arbeidssted

Vennligst besvar spørsmålene nedenfor så langt De rekker:

Når omtrent begynte De ved Norsk Bergverk ("Søvitt")?

Når sluttet De?

Hva var Deres arbeid ved Norsk Bergverk ("Søvitt")? Forsøk å beskriv:

Vennligst kryss av i rubrikken nedenfor og forsøk å angi omtrent hvor lenge (angitt i måneder eller år) De tilsammen arbeidet de forskjellige stedene:

Arbeidet De i Tuftestollen?	Nei ☐	Ja ☐	Hvor lenge?
" " " dagbruddene?	Nei ☐	Ja ☐	" "
" " " gruva?	Nei ☐	Ja ☐	" "
" " " vaskeriet? (oppredningsverket)	Nei ☐	Ja ☐	" "
" " " fabrikken? (ferronioben)	Nei ☐	Ja ☐	" "
Hadde De kontorarbeid?	Nei ☐	Ja ☐	" "
Hadde De annet arbeid i "Søvitt"?	Nei ☐	Ja ☐	" "
Hva slags arbeid var det?			

SNU ARKET! (Spørsmål også på baksiden)

Hva slags arbeid hadde De før De begynte ved Norsk Bergverk?

Begynn gjerne med ungdomsårene:

1. arbeid:Fra 19... til 19...
2. " " "
3. " " "
4. " " "
5. " " "

Hva slags arbeid har De hatt etter at De sluttet ved Norsk Bergverk?

1. arbeid: " "
2. " " "
3. " " "
4. " " "
5. " " "

Dersom vi ser bort fra tida ved "Søvitt", har De ellers drevet med tunnel eller gruvedrift? Nei ☐ Ja ☐

I så fall, når var det?

Hvor lenge varte dette arbeidet (i måneder eller år):

Har De vært utsatt for kvartsstøv?

Røykevaner:

Røyker De daglig? Nei ☐ Ja ☐

Har De tidligere røykt daglig? Nei ☐ Ja ☐

Når sluttet De å røyke: År _____

Sigaretter ☐ Pipe ☐ Sigar ☐

Hvor mye røyker/røykte De gjennomsnittlig: Antall sig./dag

Antall pk. tobakk/uke

Hvor gammel var De da De begynte å røyke?

Hvor mange år har De tilsammen røykt?

SELV OM IKKE ALLE SPØRSMÅLENE
ER BLITT BESVART, BER VI OM
AT SKJEMAET BLIR SENDT TILBAKE
I VEDLAGTE KONVOLUTT

Arbeid med asbest ("fiber"):

Har De i Deres arbeid noen gang vært i kontakt med asbeststøv? Nei ☐ Ja ☐

Regelmessig ☐ En sjelden gang ☐

Av og til ☐ "Så godt som aldri" ☐

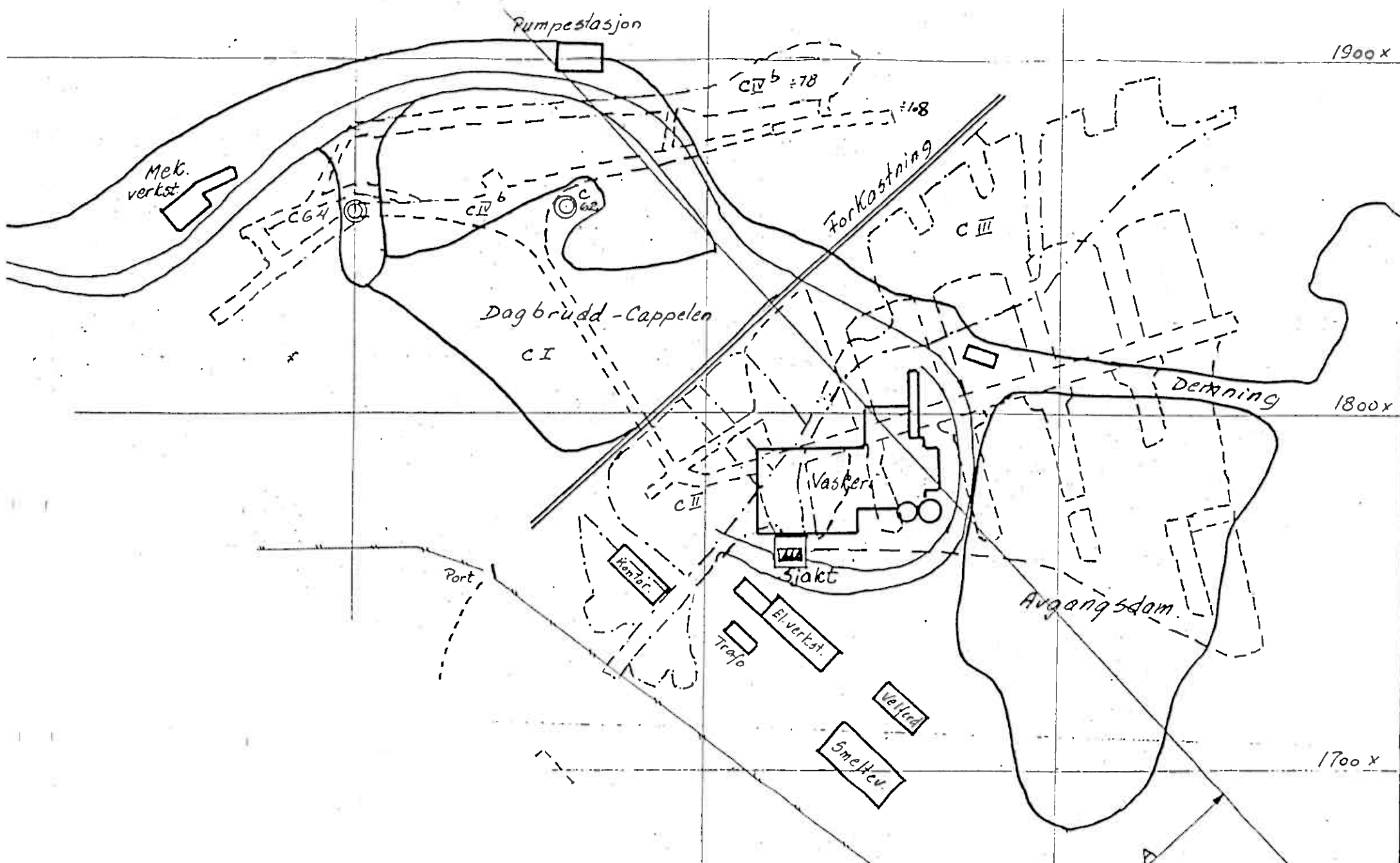
Kan De beskrive arbeidssituasjonen der asbest ble brukt:

Varighet av det enkelte arbeidarbeid:

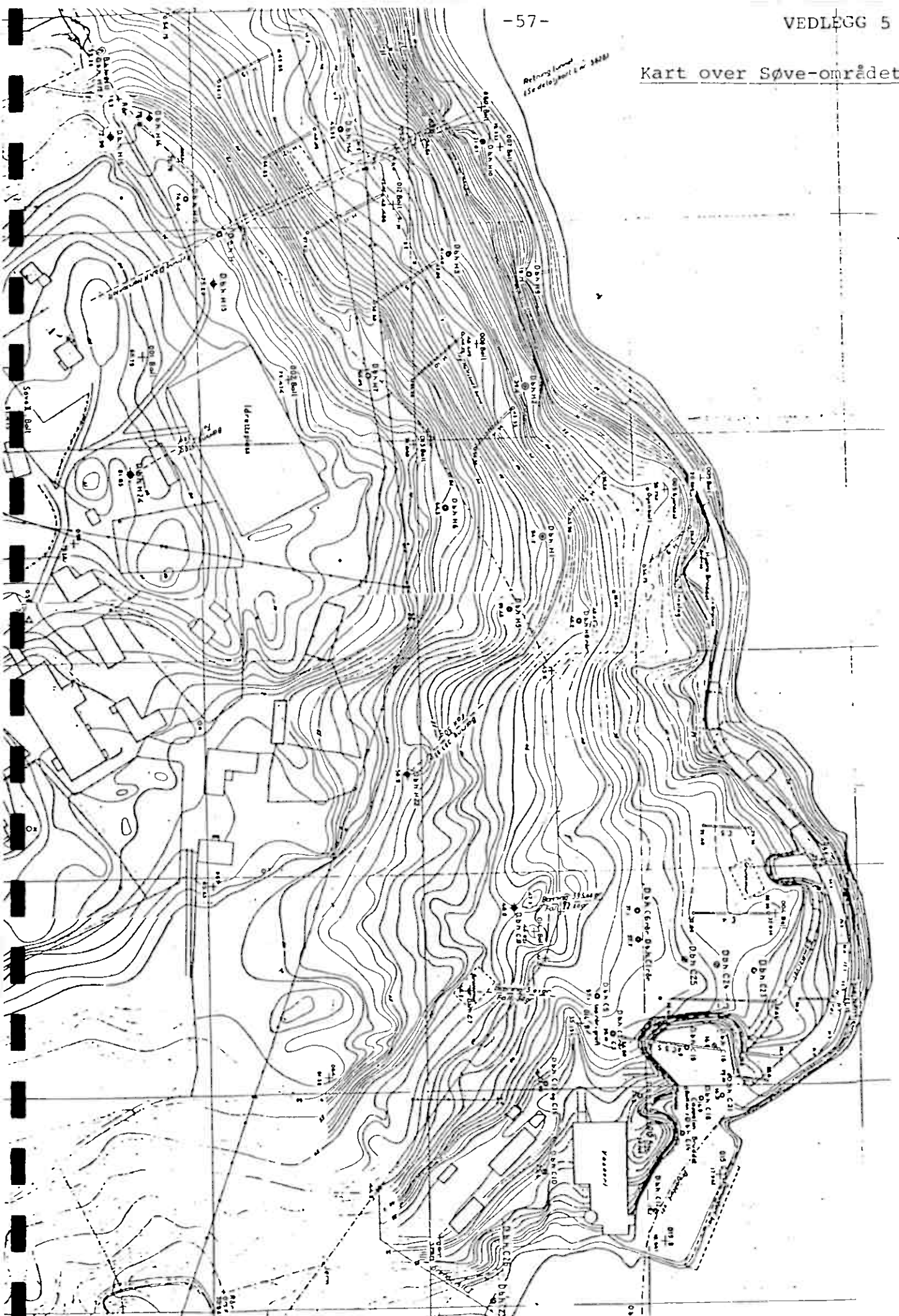
Min. ☐ Timer ☐ Dager ☐ Uker ☐

Når kom De første gang i kontakt med asbest: År _____

I hvor mange år har De tilsammen hatt arbeid hvor De har vært i kontakt med asbest? _____



Refining Lumber
150 de la 1^{re} rue 24281



Analyseresultater av søvitt

Bergarten søvitt består vesentlig av kalkspat, dolomitt og apatitt med mindre mengder av glimmer, svovelkis, magnetitt og de niobholdige mineralene pyroklor (koppitt) og columbitt. (Sverre Svinndal, personlig meddelelse). Den kjemiske sammensetningen av denne bergarten er ført opp i tabell 1.

Tabell 1. Kjemisk sammensetning av bergarten søvitt (1).

	Hydrobruddet	Cappelenbruddet
SiO ₂	3.36	2.00
TiO ₂	0.30	0.19
Nb ₂ O ₅	0.80	0.82
Al ₂ O ₃	1.69	0.66
Fe ₂ O ₃	6.13	2.44
FeO	2.99	2.06
MnO	0.31	0.29
MgO	3.10	2.25
CaO	44.35	48.72
BaO	0.10	0.04
Na ₂ O	0.04	0.02
K ₂ O	0.50	0.32
P ₂ O ₅	3.26	3.38
CO ₂	32.80	36.22
SO ₃	0.06	0.02
H ₂ O ⁻	(0.14)	(0.10)
H ₂ O ⁺	0.16	0.10
F	0.28	0.29
Cl	0.02	0.02
S	0.42	0.51
	100.81	100.45
Cation %		
Si	3.0	1.7
Ti	0.2	0.1
Nb	0.3	0.3
Al	1.8	0.7
Fe ³⁺	4.0	1.6
Fe ²⁺	2.4	1.5
Mn	0.2	0.2
Mg	4.0	2.9
Ca	41.7	45.2
Ba	—	—
Na	—	—
K	0.6	0.4
P	2.5	2.6
C	39.3	42.8
	100.0	100.0

Niobmineralene i søvitt inneholder thorium i større mengder enn det som er vanlig i naturen, i tillegg til de såkalte sjeldne jordarter. Pyroklormineralene har en varierende sammensetning, og fargen skifter også, fra fargeløst til rødt, brunt og svart. Sammensetningen er funnet å variere slik: (tabell 2).

Tabell 2. Sammensetningen av Søvitt pyroklor (koppitt) (2).

Nb_2O_5	58-72%
Ta_2O_5	0.5-2%
TiO_2	0.5-6%
FeO	1-20%
CaO	0.5-20%
ThO_2 og oksyder av	
"sjeldne jordarter"...	
	0.5-2%

Niobkonsentratene som ble produsert ved Søve gruver inneholdt niob og tantal i forholdet 100:1 (2).

Innholdet av thorium i pyroklor (koppitt) varierer fra ikke påvisbar til 1% (personlig meddelelse fra Sverre Svinndal). I niobkonsentratet som ble produsert ved Søve gruver, anslår geolog Sverre Svinndal (personlig meddelelse) at thoriumkonsentrasjonen lå i størrelsesorden 0.5%. Med 1% pyroklor (koppitt) i råmalmen, anslår han videre den gjennomsnittlige konsentrasjonen av thorium i søvittberget til å være 0.005%. Dette er en thoriumkonsentrasjon som er omkring 5 ganger høyere enn det som er vanlig i jordskorpa.

Når det gjelder uranforekomstene i søvitt, har det ikke vært mulig å fremskaffe noen tall. En kjenner til at forekomstene må være små (personlig meddelelse fra Sverre Svinndal).

Mitchell og Brunfelt (3,4) har foretatt analyser av de sjeldne jordartene og kobolt ved Fensfeltet. Resultater fra analyser av søvitt er sammenstilt i tabell 3.

Tabell 3. Konsentrasjoner av sjeldne jordarter og kobolt i bergarten søvitt (3,4) (Parts per million, ppm).

Prøve nr.	Lantan (La)	Cerium (Ce)	Samarium (Sm)	Europium (Eu)	Terbium (Tb)	Ytterbium (Yb)	Lutetium (Lu)	Scandium (Sc)	Kobolt (Co)
Alle fra Cappelen-bruddet									
6	148	129	207	586	174	251	0.41		
87	229	555	129	9.13	4.31	5.38	0.94		
88	126	721	473	12.4	5.91	5.02	0.60		
106	257	526	299	8.65	4.03	5.73	0.77		
107	246	546	338	10.1	4.15	5.36	0.84		
1								6.3	13
2								3.5	8.8
10								2.1	15
11								2.8	5.7

LITTERATUR

1. Barth TFW, Ramberg IB. The Fen circular complex. In: Tuttle OF, Gittins J, eds. Carbonatites. New York: Interscience, 1966: 225-257.
2. Bergstøl S, Bjørlykke H, Svinndal S. The carbonatite and per-alkaline rocks of the Fen area. In: Holdedahl O, ed. Geology of Norway. Oslo, 1960: 99-110.
3. Mitchell RH, Brunfelt AO. Scandium, cobalt and iron geochemistry of the Fen alkaline complex, Southern Norway. Earth Planet Sci Lett 1974;23:189-192.
4. Mitchell RH, Brunfelt AO. Rare earth element geochemistry of the Fen alkaline complex, Norway. Contrib Mineral Petrol 1975;52:247-259.