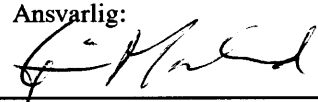


Rapport nr. 94.054		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: NAVF Prosjekt 363.88/012 Miljøkjemi og helse. Sluttrapport				
Forfatter: Bjørn Bølviken		Oppdragsgiver: NGU/NAVF		
Fylke: Hele landet		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 20	Pris: 40,-	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 1/6-1994	Prosjektnr.: 63.1856.00	Ansvarlig: 	
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Prosjektet går ut på å sammenligne data fra Kreftregisteret over sykkelighet av ulike typer av kreft i Norge med data fra Norges geologiske undersøkelse over naturlig innhold av metaller i miljøet. Hensikten er å se om det eksisterer statistiske signifikante korrelasjoner mellom de medisinske og de geokjemiske data. Slike korrelasjoner kan gi grunnlag for nærmere undersøkelser med henblikk på å fremme hypoteser om årsakssammenhenger. Norske nabokommuner med lave folketall ble slått sammen til kommuneaggregater med minst 10000 innbyggere. Aggregatene ble deretter klassifisert i rurale og urbane. For hvert rurale aggregat - og for rurale enkeltkommuner med tilsvarende befolkningsgrunnlag - ble det beregnet gjennomsnittsrater for henholdsvis sykkelighet av 25 klasser av kreft over en tiårsperiode (1970-79) og den syreløselige del av 28 naturlig forekommende grunnstoffer i flomsedimenter. Samvariasjonen i de to datasett ble undersøkt ved korrelasjonsanalyse 1) innenfor grupper av aggregater oppdelt på tilfeldig måte eller etter geografiske kriterier, 2) mellom naboaggregater og 3) innenfor et vindu (7 aggregater) som beveger seg trinnvis over kartet. Signifikansen av påviste samvariasjoner ble anslått ved å sammenligne de empiriske data med resultatet av simuleringer. Noen korrelasjoner er statistisk signifikante, men de har foreløpig ikke ført til hypoteser om årsakssammenhenger. Det er gitt fullstendige lister over publikasjoner, rapporter og foredrag fra prosjektet.</p>				
Emneord:	Geokjemi	Kreft		
Fagrapport	Epidemiologi	Statistisk analyse		
Geomedisin	Sykdomsdata	Fagrapport		

## INNHold

SAMMENDRAG.....	4
BAKGRUNN FOR PROSJEKTET.....	5
PROSJEKTADMINISTRASJON, ARBEIDSMÅTER OG FORHOLD TIL NAVF.....	6
DATAMATERIALE .....	6
STATISTISKE METODER.....	7
Metode 1.....	8
Metode 2.....	8
Metode 3 .....	8
FAGLIGE RESULTATER.....	9
RESULTATENE SETT I FORHOLD TIL PROSJEKTPLANEN.....	10
SAMLET KONKLUSJON .....	10
REFERANSER I TEKSTEN.....	11
FORMIDLING/PUBLISERING.....	12
Rapporter fra prosjektet.....	12
Andre publikasjoner .....	13
Planlagte publikasjoner.....	14
Symposier og konferanser med foredrag.....	14
Foredrag i foreninger og ved institusjonsbesøk.....	15
Planlagt foredrag.....	16
Annen informasjon .....	16
Undervisning .....	16
VEDLEGG	
Norges forskningsråd. Skjema for sluttrapport. ....	17

## SAMMENDRAG

Prosjektet går ut på å sammenligne data fra Kreftregisteret over sykkelighet av ulike typer av kreft i Norge med data fra Norges geologiske undersøkelse over naturlig innhold av metaller i miljøet. Hensikten er å se om eventuelle samvariasjoner mellom de medisinske og de geokjemiske data kan gi grunnlag for å fremme hypoteser om hvorvidt geokjemiske særtrekk i naturmiljøet kan være blant de faktorer som har sammenheng med utbredelse av kreft. Norske nabokommuner med lave folketall ble slått sammen til kommuneaggregater med minst 10000 innbyggere. Aggregatene ble deretter klassifisert i rurale og urbane. For hvert rurale aggregat - og for rurale enkeltkommuner med tilsvarende befolkningsgrunnlag - ble det beregnet gjennomsnittsrater for henholdsvis sykkelighet av 25 klasser av kreft over en tiårsperiode (1970-79) og den syreløselige del av 28 naturlig forekommende grunnstoffer i flomsedimenter. Samvariasjonen i de to datasett ble undersøkt ved korrelasjonsanalyse 1) innenfor grupper av aggregater oppdelt på tilfeldig måte eller etter geografiske kriterier, 2) mellom naboaggregater og 3) innenfor et vindu (7 aggregater) som beveger seg trinnvis over kartet. Signifikansen av påviste samvariasjoner ble anslått ved å sammenligne de empiriske data med resultatet av simuleringer.

Med metodene 1) og 2) ble det funnet 2-3 ganger flere høye korrelasjonskoeffisienter enn forventet dersom det ikke hadde vært noen samvariasjon mellom de to datasett. Høyeste forholdstall (oppnådd/forventet = ca. 7) ble funnet for annen hudkreft hos begge kjønn med positiv korrelasjon til Pb og Ce (økende sykdomsrater med økende innhold av grunnstoffer) og negativ korrelasjon til elementer som Sr, Cr, K, Mg, K, og Ca (økende sykdomsrater med avtagende innhold av grunnstoffer). Med metode 3) ble det funnet at høye rater av ondartet føflekksvulst hos menn er korrelert med lave innhold av aluminium for hele landet og med lave innhold av kalsium innenfor visse landsdeler. I andre landsdeler viser høye rater av annen hudkreft sammenfall, med lave innhold av kalium og jern i miljøet.

Innholdet av et grunnstoff i miljøet vil variere i takt med innholdet av andre grunnstoffer og med en rekke andre mer eller mindre kjente naturparametre. Disse data gir derfor ikke grunnlag for å trekke konklusjoner om årsakssammenhenger, men kan danne utgangspunkt for å fremme hypoteser om årsaker. Arbeidet viser at graden av geomedisinsk samvariasjon kan være skiftende og uensartet innefor et geografisk område av Norges størrelse. Det synes som om den statistiske fordeling av korrelasjons-koeffisienten mellom en sykdom og en forklaringsvariabel er viktigere for å komme på sporet etter en sykdomsårsak enn forekomst av høye korrelasjons-koeffisienter.

## BAKGRUNN FOR PROSJEKTET

Kreftregisteret utgir data over forekomst av kreft i Norge, herunder kommunevise aldersjusterte rater for sykkelighet av enkelttyper av kreft i angitte tidsperioder. Dataene er basert på lovfestet innrapportering fra primærleger, og Kreftregisteret regnes som et av de beste i sitt slag i verden. Norges geologiske undersøkelse (NGU) utfører geokjemisk kartlegging. Institusjonen har således landsdekkende data over innholdet av en rekke grunnstoffer i prøver av flomsedimenter. Prøvene er tatt slik at effekter av forurensning i størst mulig grad unngås, og sammensetningen av prøvene regnes å avspeile naturlige geokjemiske variasjoner i løsmassene. Slike variasjoner er et resultat av den opprinnelige elementfordeling i berggrunnen, virkninger av breer og smeltevann under istiden og påfølgende naturlige kjemiske, fysiske og biologiske prosesser frem til vår tid. I sin tur er de geokjemiske fordelinger i løsmassene avgjørende for næringstilgangen hos de organismer som eksisterer ulike steder på jordskorpen. Med andre ord, de naturlige geokjemiske forhold må være viktige for helsetilstanden hos planter og dyr og dermed for helsetilstanden hos mennesker.

De to datasett – det ene epidemiologisk og det andre geokjemisk – danner bakgrunnen for denne geomedisinske undersøkelsen. Rater for kreft og konsentrasjoner av grunnstoffer blir sammenlignet ved bruk av statistiske metoder. Dersom verdiene i det ene datasettet varierer helt tilfeldig i forhold til verdiene i det andre, vil dette gi holdepunkter for å utelukke visse miljøfaktorer som årsak til kreft. Dersom det kan påvises tilfeller av statistisk signifikant samvariasjon mellom datasettene, vil dette kunne brukes til å formulere hypoteser om årsaks-sammenhenger. Slike hypoteser kan eventuelt følges opp med ytterligere tverrfaglige studier og testes ved hjelp av klassiske epidemiologiske metoder.

Undersøkelsene innebærer derfor muligheter for å kunne avdekke eventuell eksistens av kreft/miljø-sammenhenger av en tilsvarende type som de velkjente naturlige sammenhenger tannrøte/fluor, struma/jod og allergier/pollen. Alle disse viser at geokjemiske naturforhold hører til de faktorer som kan ha betydning for helsetilstanden i populasjoner eller hos enkeltmennesker. De indikerer også at faktorene kan virke direkte på relativ enkel måte eller indirekte via kompliserte mekanismer. Økt kunnskap om naturforholdenes betydning vil også være et grunnlag for å forstå de virkninger menneskelige aktiviteter måtte ha på forekomst og utbredelse av sykdommer.

## **PROSJEKTADMINISTRASJON, ARBEIDSMÅTER OG FORHOLD TIL NAVF**

Prosjektet etablerte en uformell styringsgruppe bestående av professor II Bjørn Bølviken, prosjektleder, professor Steinar Engen og professor Eiliv Steinnes. Arbeidet var planlagt utført av stipendiat. To stipendiater, Dr. ing Øyvind Øyen (01.08.89 - 31.01.91) og Dr. scient Helga Vivås (01.11.91 -31.12.92) ble ansatt i prosjektet. Siden begge hadde doktorgrad fra før, var de på utkikk etter mer permanent jobb enn den NAVF kunne tilby, og begge sluttet i løpet av prosjektperioden, fordi de fikk ansettelse ved Universitetet i Trondheim. Prosjektet hadde dermed betydning for stipendiatenes videre karriere, men prosjektet som sådan ble skadelidende.

Søknad om å ansette en tredje stipendiat ble avslått av NAVF. Prosjektet lot seg derfor ikke avsluttes i prosjektperioden på den måten som det var planlagt.

Arbeidsmåter og metoder har stort sett virket tilfredsstillende. Forholdet til NAVF var godt så lenge prosjektet ikke hadde problemer, men hver gang stipendiatene sluttet, var det vanskelig å få opplysninger fra NAVF om prosjektets videre skjebne.

## **DATAMATERIALE**

Kreftregisteret har stilt til rådighet (på magnetbånd) aldersjusterte, kommunevise rater pr 100.000 for sykkelighet av 27 typer av kreft klassifisert etter den 7. revisjon av Den internasjonale sykdomsklassifisering (ICD -7). De fleste typer har data for begge kjønn i tidsrommet 1970-79. Data for 191 Annen hudkreft foreligger for to tidsrom, 1970-79 og 1975-79, fordi diagnosen i årene 1970-74 ikke regnes å være stilt på enhetlig måte over hele landet. Et atlas med et utvalg av kreftdataene fremstilt på kart (Glattre et al.,1985) viser at utbredelsen av flere av kreftformene danner systematiske geografiske mønstre.

NGU har samlet inn flomsedimenter fra 684 norske elvesletter med 60-300 km<sup>2</sup> store dreneringsfelt spredt over hele landet (Ottesen et al., 1989). Hver prøve ble tatt i et snitt fra dybde på 10 cm og nedover så dypt det var praktisk mulig. Dette materialet regnes å representere naturforholdene i dreneringsfeltets løsmasser slik de var før hovedtyngden av menneskelig forurensning satte inn. Prøvene ble siktet gjennom nylonduk med maskevidde 0,06 mm. Finfraksjonen ble analysert på totalinnholdet av 33 grunnstoffer (Ag, Al, As, Ba, Ca, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Si, Sn, Sr, Ta, Th, Ti, U, V, W, Y, Zn, Zr) og en syreløselig del av 28 grunnstoffer (Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sc, Sr, Ti, V, Sn, Zr ).

Alle grunnstoffer er ikke brukt i det videre arbeid, dels fordi konsentrasjonene for noen av dem var for lave til å gi pålitelige verdier og dels fordi tiden ikke har strukket til.

Kontrastrike regionale mønstre - ulike for ulike grunnstoffer - fremkommer når analyseresultatene fremstilles på kart. (Ottesen et al. under forberedelse), se også

(Bogen et al., 1991; Bølviken 1990, 1991; Bølviken and Bjørklund, 1990; Bølviken et al. 1988, 1990, 1992; Ottesen et al 1989).

Noen av krefttypene er så sjeldne at ratene blir meget usikre for kommuner med lavt folketall. Derfor ble nabokommuner med liten befolkning slått sammen til kommuneaggregater med minst 10.000 innbyggere. Dette resulterte i 194 aggregater, hvorav 130 aggregater samtidig hadde både epidemiologiske og geokjemiske data. Aggregatene og enkeltkommuner med et tilsvarende befolkningsgrunnlag utgjør arealenhetene i undersøkelsen. Disse er begge kalt "aggregater" i det følgende.

Aggregatene ble klassifisert i to grupper, "urbane" og "rurale", etter indikasjoner angitt av Statistisk sentralbyrå (SSB, 1979). Inntil videre er bare de rurale aggregater (73) brukt i det videre arbeid. Denne begrensning skyldes at hensikten med arbeidet hele tiden har vært å studere naturfaktorenes betydning. Data fra rurale kommuner er i den sammenheng mer interessante enn data fra urbane kommuner, fordi rurale kommuner kan antas å være nærmere naturtilstanden enn urbane kommuner. Rurale kommuner har også den fordel at de ikke er tilflyttingskommuner i samme grad som urbane kommuner. Det kan senere bli aktuelt og undersøke om korrelasjonene er forskjellige for rurale og urbane aggregater.

## **STATISTISKE METODER**

For hvert aggregat ble kreftreter og geokjemiske konsentrasjoner anslått ved å midle verdiene for kommunene i aggregatet. For kreftreterene ble det brukt aritmetisk middel veid med befolkningsgrunnlaget i hver kommune. For de geokjemiske konsentrasjoner ble det brukt geometrisk middel av råverdiene.

Parvise lineære korrelasjons-koeffisienter (Pearson) ble deretter beregnet for raten av hver enkelt type av kreft mot konsentrasjonen av hvert enkelt grunnstoff. Før korrelasjonsberegningen ble datamaterialet inndelt etter tre forskjellige retningslinjer, kalt Metode 1, Metode 2 og Metode 3 i det følgende. De tre metoder er resultat av den utvikling som fant sted i prosjektet, slik at Metode 1 representerer den eldste og Metode 3 den yngste arbeidsmåten.

### Metode 1.

De rurale aggregater ble delt i tilfeldige og systematiske undergrupper, f. eks "øst for vannskillet", "vest for vannskillet", "nord for 62°", "syd for 62°" etc. Korrelasjons-analysene ble deretter utført for hver av disse undergrupper.

### Metode 2.

Det ble etablert et sett av parvise naboaggregater med lignende geografisk beliggenhet og dermed antagelig lignende sosial struktur. For hvert par av naboer ble det regnet ut en differens mellom sykdomsrater og en differens mellom geokjemiske konsentrasjoner. Samvariasjonen mellom disse to differenser ble deretter beregnet statistisk ved korrelasjonsanalyse på lignende måte som beskrevet under 1). (Det samme ble også gjort ved bruk av forholdstall mellom naboenes parametre istedetfor differensen.)

### Metode 3

Metoden beregner løpende korrelasjon (Nilsen 1992) og er beskrevet i det følgende. På et punktkart over aggregatenes posisjon ble det slått en sirkel rundt et tilfeldig punkt slik at sirkelen omsluttet sentralpunktet + 6 nabopunkter, tilsvarende totalt 7 naboaggregater. Korrelasjons-koeffisientene mellom kreftarter og geokjemiske konsentrasjoner ble deretter beregnet for disse 7 aggregater, og angitt ved hjelp av et symbol plottet i sentral-aggregatets koordinater. Denne prosedyre ble så gjentatt for alle punkter på kartet. De resulterende kart viser hvordan korrelasjons-koeffisientene for syv nabopunkter varierer geografisk. Tallet 7 er mer eller mindre tilfeldig valgt, som et kompromiss mellom ønskeligheten av størst mulig oppløselighet av dataene og hensynet til at korrelasjonskoeffisienten er en ustabil parameter ved få frihetsgrader.

Signifikansen av oppnådde løpende korrelasjons-koeffisienter ble beregnet på to måter, begge ved hjelp av simulering (Bølviken and Nilsen, 1994). 1) For hvert grunnstoff ble innholdet for de 73 rurale aggregater permutert 1000 ganger og tilordnet aggregatenes posisjon i tilfeldig rekkefølge. Løpende korrelasjons-koeffisienter mellom de reelle kreftdata og de permuterte geokjemiske data ble deretter beregnet for hver av de 1000 permutasjoner. Dette gir grunnlag for å bedømme hvor sjeldne (og dermed hvor signifikante) gitte grupper eller enkeltverdier av empiriske korrelasjonskoeffisienter er. 2) For noen kreft/grunnstoff-par ble det funnet geografiske klynger (clustere, anomalier) av høye korrelasjons-koeffisienter. Signifikansen av disse klynger ble funnet ved å permutere resultatene på lignende måte som beskrevet ovenfor, men denne gang ved å regne ut gjennomsnittlig korrelasjonskoeffisient for hver klynge.

## FAGLIGE RESULTATER

Metode 1 og 2 resulterte i til sammen mer enn 30.000 korrelasjons-koeffisienter mellom sykdomsrater og geokjemiske konsentrasjoner. For så store korrelasjonsmatriser er det umulig å angi den statistiske betydning (signifikans) for hver enkelt korrelasjonskoeffisient ved vanlig bruk av statistiske tabeller. Dette skyldes at i store korrelasjons-matriser vil høye korrelasjons-koeffisienter opptre med lovmessig hyppighet selv om utgangsdataene er helt tilfeldig fordelt. (For eksempel, dersom korrelasjons-koeffisienten mellom rekker av normalfordelte tall i tilfeldig orden beregnes 1000 ganger, vil det oppnås 10 koeffisienter som i vanlige statistiske tabeller vil være angitt som "signifikante på 1% nivå". Slike verdier er i virkeligheten ikke signifikante.)

Det er likevel mulig å vurdere om antallet høye korrelasjonskoeffisienter i et empirisk materiale er stort i forhold til antallet høye korrelasjonskoeffisienter i et tilfeldig materiale.

Resultatene kan oppsummeres slik:

1) For hele datamaterialet er antall høye korrelasjons-koeffisienter 2-3 ganger større enn det som kan forventes ut fra tilfeldige normalfordelte tall. Dette indikerer at det finnes signifikante korrelasjoner i materialet. Korrelasjonskoeffisientene er i de fleste tilfelle negative (sykdomsratene øker med avtagende innhold av grunnstoffer). Således gjelder dette for grunnstoffer som Al, Cr, Ni, Mg og K. Andre grunnstoffer, spesielt Pb, viser flest tilfeller av positive korrelasjoner.

2) Av de enkelte kreftformer har 191 Annen hudkreft flest høye korrelasjonskoeffisienter mot de geokjemiske data. Dette gjelder for begge kjønn. På de neste plassene kommer 140-8 Kreft i Munnhulen hos menn, 175 Livmorhals hos kvinner og 190 Ondartede føflekker hos begge kjønn. Det er verd å merke seg at for hudkreft er et stort antall høye korrelasjonskoeffisienter oppnådd med både Metode 1 og Metode 2 (se ovenfor). De grunnstoffer som er best korrelert med sykdommene, varierer fra kreftform til kreftform. Grunnstoffene er innbyrdes positivt eller negativt korrelerte. Derfor vil vanligvis flere grunnstoffer vise lignende overhyppighet av høye korrelasjoner.

Metode 3 (se ovenfor) som hittil bare er brukt på hudkreft, har gitt to viktige resultater:

1) For sykkeligheten av ondartet føflekksvulst (malign melanom) versus innhold av syreløselig aluminium (Al) er det signifikant flere negative korrelasjoner for landet under ett enn forventet. Mengden av syreløselig Al i en mineralsk prøve kan regnes å være et mål for løseligheten av det mineralske materialet i prøven. Under våre forhold (når det gjelder istid, klima etc.) vil derfor innholdet av syreløselig Al i undergrunnen også kunne være et mål på totalmengden av grunnstoffer (hoved-bestanddel og bibestanddel) som er blitt og blir gjort tilgjengelig for biologisk liv ved postglacial forvitring. Det kan derfor tenkes at



en av faktorene bak utbredelsen av malign melanom kan ha sammenheng med knapphet på et eller flere biologisk nyttige (essensielle) grunnstoffer eller kjemiske forbindelser fordi de ikke er blitt utløst i tilstrekkelige mengder under den postglasiale forvitring.

2) For noen par av krefttyper og kjemiske elementer er det klynger av signifikante korrelasjoner innenfor bestemte regioner i Norge. Et eksempel på denne type signifikante klynger av negative korrelasjoner er høy sykkelighet av ondartet føflekksvulst (malign melanom) mot lavt innhold av syreløselig kalsium i Rogaland og Vest-Agder. To andre eksempler er høy sykkeligheten av annen hudkreft mot lavt innhold av syreløselig kalium i området Sør-Trøndelag, Hedmark, Østfold og Vestfold og mot lavt innhold av syreløselig jern (Fe) på Møre. Annen hudkreft viser også en klynge av positive korrelasjoner mot syreløselig jern (høy krefttrate mot høy Fe) i Finnmark.

## **RESULTATENE SETT I FORHOLD TIL PROSJEKTPLANEN**

I første fase (1½ år) fungerte prosjektet godt i forhold til prosjektplanen. Stipendiaten tilrettela alle data, gjennomførte en rekke korrelasjonsberegninger og testet bruken av andre statistiske metoder. Han dokumenterte resultatene i en serie rapporter, se referanselisten. I andre fase (1 år) ble fremdriften dårligere, fordi den nye stipendiaten trengte tid til å sette seg inn i de allerede utførte undersøkelser. I denne fase var rapporteringen mangelfull, men lansering av nye innfallsvinkler var verdifulle for prosjektet. Prosjektet er videreført i en tredje fase (Metode 3 ovenfor). Denne utføres av NGU's eget personale og finansieres av NGU. Videreføringen har gitt interessante resultater, og prosjektlederen mener at ressursbruken er rettferdiggjort.

## **SAMLET KONKLUSJON**

1) Arbeidet viser at graden av geomedisinsk samvariasjon kan være skiftende og uensartet innenfor et geografisk område av Norges størrelse. Dette får konsekvenser, når resultatene av tidligere geomedisinske undersøkelser av denne type skal vurderes. I mange av de studier av korrelasjoner mellom sykdom og forklaringsvariable som er rapportert i litteraturen, er store arealer sett under ett. Resultatene fra slike undersøkelser vil ikke alltid ha generell verdi. Om geomedisinske samvariasjoner ikke ble

påvist for et stort område, vil signifikante korrelasjoner likevel kunne eksistere innenfor delområder. Omvendt kan påviste samvariasjoner innen et geografisk avgrenset område være betydningsfulle, selv om samvariasjonene ikke lar seg reproducere i tilsvarende materialer fra et annet område.

Systematiske geografiske variasjoner i korrelasjonen mellom en sykdomsrate og en forklaringsparameter kan forventes både for sykdomsfremmende og for helsefremmende årsaksfaktorer. Man må regne med at sykdomsratene vil være uavhengige av innholdet av et skadelig agens i områder der agenset forekommer i mindre mengder enn de som er skadelige. Tilsvarende vil en sykdomsrate være uavhengig av innholdet av en nyttig bestanddel i områder der bestanddelen forekommer i større mengder enn nødvendig.

2) Fordelingen av korrelasjonskoeffisienten mellom en sykdom og en forklaringsvariabel er viktigere enn forekomst av enkeltvise høye korrelasjonskoeffisienter. Ved manglende samvariasjon vil antallet negative korrelasjoner være omtrent likt med antallet positive korrelasjoner. En forskyvning til den ene eller den andre siden (mot positive eller mot negative verdier) vil kunne være signifikant. Dette er en logisk konsekvens av at svært mange faktorer influerer på geomedisinske samvariasjoner.

3) Det har ikke vært tid til å undersøke alle kombinasjoner kreft/geokjemi som det kunne være ønskelig å ta med. Noen av de påviste signifikante korrelasjoner bør studeres nærmere. Arbeidet bør derfor fortsette.

## REFERANSER I TEKSTEN

Bogen, J., Bølviken, B. and Ottesen, R.T., 1991: Environmental studies in Western Europe using overbank sediment. In: Bogen, J., Walling, D.E. and Day, T.J.(Eds.): Erosion and Sediment Transport Monitoring Programmes in River Basins. Proceedings International Symposium Oslo, Norway 24-28 August 1992. International Association of Hydrological Sciences Publication No. 210, p 317-325.

Bølviken, B., 1990: Geokjemisk kartlegging. Kjemi 5/90, side 26-27.

Bølviken, B., 1991: Natural distribution of cadmium, selenium, sulphur and zinc in the surface environment, Norway. In Låg, J. (ed): Human and animal health in relation to circulation processes of selenium and cadmium, p.23-28. Universitetsforlaget 1991.

Bølviken, B., 1992: Influence of chemical climate on regional geochemical distribution patterns. In: Låg, J. (Ed.): Chemical climatology and

- geomedical problems. International Symposium Oslo 21-22 May 1992. The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo p 73-82.
- Bølviken, B. and Bjørklund, A., 1990: Geochemical maps as a basis for geomedical investigations. In: J. Låg (ed.): Geomedicine. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 75-106.
- Bølviken, B., Håbrekke, H., Lindahl, I. 1988: Mapping of the natural distribution of radioactive elements in Norway. In: Låg, J. (ed): Health problems in connection with radiation from radioactive matter in fertilizers soils and rocks. Universitetsforlaget, 105-126.
- Bølviken, B. and Nilsen, R. Covariation of skin cancer morbidity and natural contents of some metals in the environment in Norway. Manuscript submitted to be printed in a Geological Society, London Special Publication.
- Bølviken, B., Ottesen, R.T. and Nilsen, R. 1990: Geochemical mapping in northernmost Scandinavia. In: Låg, J. (ed): Trace elements. Excess and Deficiency Arctic/Subarctic Regions, The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo, p 18-32.
- Glattre, E., Finne, T. E., Olesen, O. og Langmark, F., 1985: Atlas over kreftinsidens i Norge 1970-79. Kreftregisteret og Landsforeningen mot Kreft, 119 s..
- Nilsen, R., 1992: Regional kartlegging av samvariasjon mellom geoparametre. (Regional mapping of covariation between geoparameters). In Norwegian with an English summary. Geological Survey of Norway. Open File Report 92.263, 13 pages, 3 appendices, 11 maps, 6 figures and 7 tables.
- Ottesen, R.T., Bogen, J., Bølviken, B. and Volden, T., 1989: Overbank sediment: a representative sample medium for regional geochemical mapping. In: E.Wilhelm, E. Zeegers et al. (eds): Geochemical Exploration 1987. J.Geochem. Explor., 32, 257-277.
- Ottesen, R. T., Bogen, J. Bølviken, B. og Volden, T. Geokjemisk atlas for Norge. Under forberedelse for trykking i NGU's publikasjonsserie.
- SSB, 1979.: Standard for kommuneklassifisering. Statistisk sentralbyrå. Håndbøker 35.

## FORMIDLING/PUBLISERING

### *Rapporter fra prosjektet*

1990

- Øyen, Ø. 1990: Samvariasjon mellom kreftsykelighet og kjemisk sammensetning av flomsedimenter i nabokommuner. NGU Rapport 90.100, 9 s., 3 vedlegg.
- Øyen, Ø. 1990b: Prinsipal komponentanalyse av flomsediment- og kreftdata. NGU Rapport 90.115, 14 s., 4 vedlegg.
- Øyen, Ø. 1990c: Sammenlikning av metoder for beregning av korrelasjoner mellom geokjemi og kreft. NGU Rapport 90.119, 12 s., 2 vedlegg.

- Øyen, Ø. 1990d: Prinsipal komponentregresjon på flomsediment- og kreftdata. NGU rapport 90.153, 11 s., 5 vedlegg.
- Øyen, Ø., Bølviken, B. og Nilsen, R. 1990: Karakterisering av norske kommuner ved hjelp av flomsedimentdata. NGU Rapport 90.015, 7 s., 11 vedlegg.
- Øyen, Ø., Bølviken, B. og Nilsen, R. 1990b: Kreftsykelighet i norske kommuner og kommuneaggregater. NGU Rapport 90.029, 8s., 6 vedlegg.
- Øyen, Ø., Bølviken, B. og Nilsen, R. 1990c: Samvariasjon mellom sykkelighet av kreft og geokjemisk sammensetning av flomsedimenter. NGU Rapport 90.037, 9s., 4 vedlegg.
- Øyen, Ø., Bølviken, B. og Nilsen, R. 1990d: Oversikt over korrelasjoner mellom kreftsykelighet og sammensetning av flomsedimenter. NGU Rapport 90.061, 9 s., 4 vedlegg.

1991

- Øyen, Ø. 1991: Geokjemi og kreft: Sammenlikning av resultater med skalerte data. NGU Rapport 91.003, 10 s., 2 vedlegg.
- Øyen, Ø. 1991: Miljøkjemi og helse. Status pr. 01.02.91. NGU Rapport 91.049. 14 s.
- Bølviken, B. 1991: Miljøkjemi og helse. Status pr. 01.03.1991. NGU Rapport 91.283.

1993

- Bølviken, B., Vivås, H. og Øyen, Ø. 1993: Sammenligning av kreft og miljøkjemi i Norge. Faglig rapport til NAVF datert 05.03.1993. NGU rapport 94.052

### ***Andre publikasjoner***

1988

- Bølviken, B., Håbrekke, H., Lindahl, I. 1988: Mapping of the natural distribution of radioactive elements in Norway. In: Låg, J. (ed): Health problems in connection with radiation from radioactive matter in fertilizers soils and rocks. Universitetsforlaget, 105-126.

1989

- Flaten, T.P. og Bølviken, B. 1989: Drikkevannskjemi og helse i Norge. NGU Årsmelding 1988, Trondheim, 14-15.

1990

- Bølviken, B., 1990: Geokjemisk kartlegging. Kjemi 5/90, side 26-27.
- Bølviken, B. and Bjørklund, A., 1990: Geochemical maps as a basis for geomedical investigations. In: J. Låg (ed.): Geomedicine. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 75-106.
- Bølviken, B., Ottesen, R.T. og Nilsen, R. 1990: Geochemical mapping in northernmost Fennoscandia. In: Låg, J. (ed.): Excess and deficiency of trace elements in relation to human and animal health in arctic and subarctic regions. The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo, p. 18-32.

1991

- Bølviken, B. 1991: Natural distribution of cadmium, selenium, sulphur and zinc in the surface environment, Norway. In Låg, J. (ed): Human and animal health in relation to circulation processes of selenium and cadmium, p.23-28. Universitetsforlaget 1991.
- Flaten, T.P. and Bølviken, B. 1991: Geographical associations between drinking water chemistry and the mortality and morbidity of cancer and some other diseases in Norway. *The Science of the Total Environment* 102, 75-100.

1992

- Bølviken, B. 1992: Influence of chemical climate on regional geochemical distribution patterns. In: Låg, J. (Ed.): Chemical climatology and geomedical problems. International Symposium Oslo 21-22 May 1992. The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo p 73-82.
- Nilsen, R., 1992. Regional kartlegging av samvariasjon mellom geoparametre. (Regional mapping of covariation between geoparameters). In Norwegian with an English summary. Geological Survey of Norway. Open File Report 92.263, 13 pages, 3 appendices, 11 maps, 6 figures and 7 tables.

### ***Planlagte publikasjoner***

- Bølviken, B. and Nilsen, R., 1994. A statistical method for comparing epidemiological and geochemical data. In Låg, J. (ed.) Geomedical Problems Related to Aluminium, Iron and Manganese. The Norwegian Academy of Science and Letters, Oslo. In print.
- Bølviken, B. and Nilsen, R. Covariation of skin cancer morbidity and natural contents of some metals in the environment in Norway. Manuscript submitted to be printed in a Geological Society, London Special Publication.
- Bølviken, B., Flaten, T. P. and Zheng Chunjiang, 1994. Mortality of Nasopharyngeal cancer versus contents of alkaline earths in soil in China. Manuscript for publication.

### ***Symposier og konferanser med foredrag***

1988

- Bølviken, B. Comparison of geochemical and epidemiological data in Norway. V. M. Goldschmidt Conference, Baltimore, Maryland, USA 11-13.05.1988. Abstract: Barnes, H.L. Program and abstracts, Geochemical Society, 1988, p. 31.

1990

- Bølviken, B.: Geochemical registration of selenium and cadmium. International Symposium "Human and animal health in relation to circulation processes

of selenium and cadmium". Det Norske Videnskaps-Akademi, Oslo 31.5.1990. Publikasjon foreligger.

Bølviken, B.: Geokjemisk kartlegging av naturmiljøet. Norsk Kjemisk Selskap. 14.landsmøte i kjemi. Trondheim 14.-16.6.1990

1991

Bølviken, B.: Occurrence of skin cancer in relation to some features of the natural environment. Meeting about UV radiation, Institute of Pathology, Rikshospitalet, Oslo, 26.04.91.

Bølviken, B.: Cancer morbidity in relation to drainage geochemistry in Norway. 2nd International Geochemistry and Health, Uppsala 16.-19.09.91. Abstract: Bølviken, B., Langmark, F. and Øyen, Ø. Sveriges Geologiska Undersökning. Rapporter og Meddelanden nr. 69.

1992

Bølviken, B. Geokjemisk kartlegging av naturmiljøet. Seminar om eksponeringsmålinger i miljøepidemiologiske studier. Medisinsk Teknisk Senter, Trondheim 25. 03.1992

Vivås, H. Undersøkelse av samvariasjon mellom kreftsykelighet og geokjemi i Norge. Den andre norske epidemiologi-konferansen. Norsk forening for Epidemiologi, Tromsø 21-22 mai 92. Abstract: Bølviken, B., Langmark, F., Vivås, H. J. og Øyen, Ø., Norsk Epidemiologi Nr. 2 Mai 1992. Årgang 2 side 27.

1993

Bølviken, B.: Tungmetaller og helserisiko. Naturlige kilder og kretsløp. Dagsseminar. Spormetaller og miljøeffekter. Norske Sivilingeniørers Forening og Polyteknisk gruppe for Livsgrunnlag og Miljøeffekter, Oslo 22.04.1993.

Bølviken, B.: Geomedisin: Om sammenhenger mellom sykdom og naturmiljø. Norsk forening for epidemiologi. Den tredje norske epidemiologikonferansen, Trondheim 27.-28.05.1993 Sammendrag: Norsk Epidemiologi nr. 2, mai 1993;3, s.39.

Bølviken, B.: Om sammenhenger mellom geokjemi og helse. 3. Nasjonale seminar i hydrogeologi & miljøgeokjemi, Trondheim, 26.10.1993

Bølviken, B. & Nilsen, R.: Methods of comparing geochemical and epidemiological data: examples from Norway and China. Symposium on Environmental geochemistry and health in developing countries, The Geological Society, London, 20.-21.10.1993. Sammendrag: Abstracts p.12-13. Full manuscript for publication is submitted.

Bølviken, B.: Relation between occurrences of certain diseases and geochemical data. International Symposium "Geomedical problems related to aluminium, iron and manganese", Det Norske Videnskaps-Akademi, Oslo 18.11.1993. Publication manuscript in print.

### ***Foredrag i foreninger og ved institusjonsbesøk***

1989

Bølviken, B.: Geochemical mapping in Scandinavia. Visit at UNOCAL, Los Angeles 19.6.1989.

Bølviken, B.: Applied geochemistry at the Geological Survey of Norway. Visit at the Illinois State Geological Survey, 25. 8.1989.

Bølviken, B.: Environmental geochemistry at the Geological Survey of Norway. Symposium Illinois State Water Survey, 30. 8. 1989.

1990

Bølviken, B.: Bruk av geokjemiske kart i sykdomsforskning. Kollokvium Regionsykehuset i Trondheim, Avd. for klinisk kjemi, 7.11.1990

Bølviken, B.: Applied geochemistry in Scandinavia. Institusjonsbesøk, B.R.G.M., Orleans, Frankrike, 19.6.1990

1993

Bølviken, B.: Geomedisin. Om sammenhenger mellom sykdom og naturmiljø. Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab. Møte 25.1. 1993

Bølviken, B.: Geomedisin. Forberedt innlegg i Fellesrådet av representanter for Storting og vitenskap. Stortinget 26.05.1993.

Bølviken, B.: Geomedisinske sammenhenger mellom sykdom og naturmiljø. Norsk Geologisk Forening, Stavanger avd. 02.11.1993.

### ***Planlagt foredrag***

1994

Bølviken, B.: Undersøkelse av samvariasjon mellom forekomst av hudkreft og naturlig innhold av metaller i miljøet i Norge. Den fjerde norske epidemiologikonferansen, Oslo 2.6. 1994. Sammendrag: Bølviken B. og Nilsen R. Norsk Epidemiologi Årgang 4, nr 1 (Suppl.), s.49.

### ***Annen informasjon***

1993

Granviken, S.: Geologisk jakt på folkesykdommer. Intervju med B. Bølviken. Adresseavisen 25.01.1993

Dragland, Å.: Geologiske data forteller om sykdommer. Intervju med B. Bølviken. Kjemi nr. 5, 16-17 (1993)

### ***Undervisning***

1989

Bølviken, B.: Applied Geochemistry. Forelesningsserie Purdue University,

Lafayette, Indiana, 9. 3 - 25. 5. 1989.

1990

Bølviken, B.: Geokjemisk kartlegging, perspektiver for biologer. Forelesning ved Zoologisk Institutt, UNIT, 27.3.1990

Bølviken, B.: Tungmetaller - Geokjemi. Lærerkurs om forurensninger i jord, luft og vann. Zoologisk Institutt, UNIT, 12.6.1990

1991

Bølviken, B.: Tungmetaller, geokjemi. Forelesning ved lærerkurs om forurensninger i jord, luft og vann. Allforsk, AVH, 31.05.91.

1992

Bølviken, B. Forelesninger i Anvendt Geokjemi II. AVH, Universitetet i Trondheim, Høstsemestrene 1992 og 93.

1993

Bølviken, B.: Geokjemisk kartlegging og bruk av geokjemiske kart. Forelesninger på Statens lærerkurs for naturfaglærere ved pedagogiske høyskoler "Geologi, menneske og miljø" NGU, 09.-12.08.1993.

Bølviken, B.: Environmental geochemistry. Geological Survey of Lithuania, Vilnius. 2 forelesninger 9.-10.11.1993.

Bølviken, B.: Applied geochemistry. Forelesninger University of Vilnius, 3 dobbelttimer 09.-11.11.1993.

Bølviken, B. Forelesninger i Anvendt Geokjemi II. AVH, Universitetet i Trondheim, Høstsemestrene 1992 og 93.

Bølviken, B.: Geokjemisk kartlegging og bruk av geokjemiske kart. Forelesninger på Statens lærerkurs for naturfaglærere ved pedagogiske høyskoler "Geologi, menneske og miljø" NGU, 09.-12.08.1993

## **VEDLEGG**

Norges forskningsråd. Skjema for sluttrapport.



# SLUTTRAPPORT

HELMIL

Sendes innen et halvt år etter bevilgningsslutt  
Norges forskningsråd, Medisin og helse  
Boks 2007 St.Hanshaugen  
0131 OSLO

2

Arkiv nr. : 363.88/012  
Saksbeh. : Hilde Jerkø  
Budsjettår: 1993  
Fra dato : 01/01/88  
Til dato : 31/12/92

**Prosjektleder:** Bjørn Bølviken  
**Institusjon:** Norges geologiske undersøkelser  
**Prosjektansatt(e):** Post.dok. Øyvind Øyen, 01.08.89 - 31.01.91  
**Prosjektansatt(e):** Post.dok. Helga Jonsdottir Vivås, 01.11.91 - 31.12.92  
**Prosjekttittel:** Miljøkjemi og helse

*Standard drift*

## SLUTTRAPPORTEN LEGGES VED DETTE SKJEMA OG SKAL INNEHOLDE FØLGENDE:

### Prosjektsammendrag:

Fylles ut bare dersom tidligere sammendrag ikke kan benyttes. Sammendraget skal kunne benyttes i prosjektkatalog.

### Faglig rapport:

- Prosjektets bakgrunn, problemstillinger og mål (gjør rede for evt. avvik i forhold til tidligere framdriftsplaner).
- Gjennomføring, metode, evt. problemer underveis i prosjektet.  
For stipendiater: Har veiledning og miljøstøtte for øvrig vært tilfredsstillende?
- Oppnådde resultater sett i forhold til intensjonene i prosjektplanen.
- Vurdering av ressursbruk i forhold til resultatene.
- Prosjektets betydning for videre forskning på feltet.
- Har prosjektet ført fram til dr.grad(er) eller hatt betydning for tilsetting i vit. stilling(er) for prosjektleder(e) eller medarbeidere/ansatte.
- Gi en vurdering av forholdet til NAVF i prosjektperioden. Har prosjektet f. eks. fått tilstrekkelig assistanse.
- Samlet konklusjon/egenvurdering av prosjektgjennomføring, ressursbruk og oppnådde resultater.

### Formidling/publisering:

- Publikasjoner i prosjektperioden (vitenskapelige, populære).
- Planlagte publikasjoner.
- Deltakelse (med paper o.l.) på konferanser.
- Annen type formidling (gjennomført og planlagt).

### Andre resultater:

- Veiledning, kurs, undervisning.
- Forskernettverk (internasjonalt, nasjonalt).
- Brukernytte, patenter.
- Annet.

Prosjektansvarlig:

Veileder:

*1/6 1994 Bjørn Bølviken*  
.....  
dato institusjon underskrift

.....  
dato institusjon underskrift