

NGU Rapport 98.157

Tiltaksvurdering forurenset grunn, Borregaard

Rapport nr.: 98.157		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Tiltaksvurdering forurenset grunn, Borregaard			
Forfatter: Knut Ellingsen		Oppdragsgiver: Borregaard Industrier AS, Fredrikstad	
Fylke: Østfold		Kommune: Fredrikstad	
Kartblad (M=1:250.000) Oslo		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1913 1 Sarpsborg	
Forekomstens navn og koordinater: Opsund deponi (212738), Gammelt deponi (211725), Kisaskedeponi (203720), Saltoppløsningsanlegg (195724), Kloralkalifabrikk (208729)		Sidetall: 22 Pris: kr. 50,- Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 26.11.1998	Prosjektnr.: 275101	Ansvarlig: <i>Åge Nisente</i>
Sammendrag: Deponiene på Borregaard har vært gjenstand for omfattende arbeid fra NGUs side helt siden 1986. Dette har resultert i et større antall rapporter. I herværende rapport er det gitt en vurdering av Borregaards forslag til tiltaksplan som er krevet av SFT.			
Emneord: hydrogeologi	grunnvann	opprydning	
kvikksølv	deponi	forurensning	
		fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. BAKGRUNNSINFORMASJON	4
3. FORSLAG TIL TILTAK OG NGUs VURDERING.....	5
3.1 Kloralkalifabrikken	5
3.2 Saltanlegget	5
3.3 Opsund deponi.....	6
3.4 Gammelt deponi	6
3.5 Kiskaske deponi	7
3.6 Generelt for alle lokaliteter.....	7

VEDLEGG

Vedlegg 1. Brev fra SFT til Borregaard av 09.07.1998

Vedlegg 2. Redegjørelse fra Dames & Moore, av 16.09.1998

Vedlegg 3. Norsk oversettelse av vedlegg 2

Vedlegg 4. Kartskisse over Borregaards bedriftsområde med forurensede områder avmerket

1. INNLEDNING

NGU har gjort et omfattende arbeide siden 1986 med grunnundersøkelser i alle de angjeldende deponiene og steder med forurenset grunn på Borregaard, og laget et stort antall rapporter i den anledning. Stedene som er behandlet er Opsund deponi, Gammelt deponi, Kisaskedeponi, Saltoppløsningsanlegget og Kloralkalifabrikken. Undersøkelsene er oppsummert i NGU Rapport 97.092: Vurdering av behov for tiltak mot forurensning ved Borregaards bedriftsområde og Opsund deponi, Sarpsborg. Detaljert risikoanalyse for kloralkalifabrikken og Opsund deponi, samt redegjørelse for ulike typer tiltak ved hver av de fem lokalitetene var utført av NGUs samarbeidspartner, konsulentfirmaet Dames & Moore.

SFT hadde i brev av 09.07.1998 framsatt krav til Borregaard om å framkomme med en tiltaksplan innen 28.09.1998. SFT ønsket også en klargjøring av Dames & Moores framgangsmåte, og en redegjørelse for sammenhengen mellom kriterier som var anvendt og konklusjoner som var trukket og anbefalinger som var gitt. Slik redegjørelse ble utarbeidet av Dames & Moore, UK, v/ Michael Quint og følger vedlagt. Norsk oversettelse av denne følger også vedlagt.

2. BAKGRUNNSINFORMASJON

Viktige dokumenter og begivenheter i sakens anledning:

- Møte med Borregaard 25.08.1998 hvor NGU ble bedt om å gi en faglig vurdering av det foreslåtte arbeidsprogram, eventuelt anbefale endringer i programmet
- SFTs brev av 09.07.1998 til Borregaard (vedlegg 1)
- NGU rapport 97.092
- skriv med forklaring av framgangsmåten i risikobedømmelsen fra Dames & Moore UK v/ Michael Quint, av 16.09.1998 på engelsk (vedlegg 2), og i norsk oversettelse v/ Knut Ellingsen (vedlegg 3)
- oppstilling over risikovurdering, konklusjoner og anbefalinger slik Borregaard Industrier Ltd. har forstått dem med bakgrunn i NGU rapport 97.092. Disse ble gjennomgått med D&M v/ Michael Quint i møte mellom Borregaard, D&M og NGU den 25.08.1998, og akseptert av D&M som rett oppfattet
- kart i A4-format over fabrikkområdet med deponier inntegnet (vedlegg 4)

NGU har gjennomgått rapport 97.092 og grunnlagsmaterialet på nytt for å vurdere hvilke tiltak som bør gjennomføres som følge av risikoanalysene. Nedenstående kommentarer fra NGU er ført i pennen av Knut Ellingsen, NGU. En rekke øvrige medarbeidere i NGU er konsultert i sakens anledning.

3. FORSLAG TIL TILTAK OG NGUs VURDERING

3.1 Kloralkalifabrikken

Borregaards forslag til tiltak:

- 1. Avskjæringsgrøften, renseanlegget og kontrollprogrammet for Hg til vann drives videre i minimum 2 år til 31.12.1999, eller så lenge det anses nødvendig på grunnlag av utviklingen i Hg-analysene. Det vil være reserveplass i spesialdeponiet på Opsund så lenge renseanlegget for Hg blir drevet.*
- 2. Ny tetthetskontroll av alle avløpsledninger som er i drift gjennomføres i 1999.*
- 3. Hg-holdig jord fra tomtarbeider for ny elektrolysehall disponeres etter avtale med SFT.*

NGUs kommentar:

Borregaards forslag anses adekvat og tilstrekkelig.

3.2 Saltanlegget

Borregaards forslag til tiltak:

- 1. Ingen spesielle tiltak, risiko minimal.*

NGUs kommentar:

NGU finner ikke at det kan være hensiktsmessig å fjerne eventuell forurenset jord i tilknytning til saltanlegget for å deponere det andre steder. Jorda antas ikke å kunne medføre helsefare der den ligger. Det er derfor heller ikke hensiktsmessig å utføre boringer og videre undersøkelser av de geologiske forhold.

Borregaards forslag anses adekvat og tilstrekkelig.

3.3 Opsund deponi

Borregaards forslag til tiltak:

1. *Etablere detaljert drifts- og kontrollreglement for avfallsplassen.*

NGUs kommentar:

Risikoanalysen påpeker bare risiko for arbeidere dersom de spiser jord. Selv om spising av jord synes å kunne være en lite sannsynlig foreteelse, skal det ikke sees bort fra at det kan forekomme. Denne sannsynligheten anses å kunne reduseres, endog elimineres, ved å etablere detaljert drifts- og kontrollreglement for fyllplassen, slik forslaget går ut på.

Borregaards forslag anses adekvat og tilstrekkelig.

3.4 Gammelt deponi

Borregaards forslag til tiltak:

1. *Prøver av dreneringsvann fra gamle ledninger, fullstendig analyse.*

NGUs kommentar:

I tillegg til Borregaards forslag anbefaler D&M videre undersøkelse av nedre og midtre magasin med to 20 m dype prøvebrønner, dessuten av øvre magasin med to 6 m dype prøvebrønner. Siden risikoanalysen imidlertid er gjennomført, og konklusjoner trukket vedrørende helsefaren, anses behovet for videre undersøkelser å være primært av akademisk interesse. Forøvrig anses det ikke ønskelig med flere borer i området på grunn av faren for forbindelse med overflaten.

Risikoanalysen påpeker bare risiko for arbeidere dersom de spiser jord. Selv om spising av jord synes å kunne være en lite sannsynlig foreteelse, skal det ikke sees bort fra at det kan forekomme. Denne sannsynligheten anses å kunne reduseres, endog elimineres, ved å etablere kontrollreglement for fyllplassen.

Borregaards forslag bør suppleres med å etablere kontrollreglement for avfallsplassen.

3.5 Kisaske deponi

Borregaards forslag til tiltak:

1. Som D&Ms forslag, etablere risikoanalyse.

NGUs kommentar:

For å etablere tilstrekkelig datagrunnlag for risikoanalyse, må vannprøver innsamles. Analyserte prøver av oppsamlet sigevann anses å være det mest representative som basis for bedømmelse av risiko, i tillegg til eksisterende kunnskap om forurensningens art og type, samt fjelloverflatens og jordlagenes posisjon og beskaffenhet.

Risikoanalyse bør gjennomføres. Avskjærende anordning for oppsamling av sigevann egnet for prøvetaking anbefales, med et passende prøveprogram i hht. D&M. Boring anbefales ikke fordi det øker risikoen for forbindelse med overflaten.

3.6 Generelt for alle lokaliteter

Borregaards forslag til tiltak:

Omdisponering av områdene, graving, etablering av bygninger, veier, rørledninger m.v. skal ikke finne sted. Dersom slike tiltak blir aktuelle, skal SFT orienteres om planene før arbeidet settes i gang.

NGUs kommentar:

Borregaards forslag bør gjennomføres. I tillegg bør det etableres rutiner som sikrer at arbeidere som skal arbeide på gammelt deponi og Opsund deponi, blir uttrykkelig instruert om at jordsmonnet er forurenset, og at spesiell forsiktighet bør utvises.

NGU Rapport 98.157
Vedlegg 1

Brev fra SFT til Borregaard av 09.07.1998

Mottatt MV
13 JULI 1998



Statens
forurensningstilsyn

Borregaard Industries Limited
Miljø- og verneavdelingen
Postboks 162
1701 SARPSBORG

Sirkulasjon		
K. Rolland	✓	✓
L. Rønneberg	✓	✓
V. Heigesen		
A. Larsen		
K. Sandbæk		
R. Olsen		
G.O. Olsen		
Hovedverneombud		
Retur arkiv	✓	

Kopi: S. Hurlen
D. Chr. Andersen
F. Hegge

Deres referanse

Vår referanse
94/1229 - 77 ML
408/90 - 036

Dato

- 9 JULI 1998

Forurenset grunn på Borregaards fabrikkområde

Tema som bør inngå i en tiltaksplan på områder med forurenset grunn.

Borregaard har områder med forurenset grunn på bedriftsområdet. Bedriften holder på å utarbeide tiltaksplaner for de forurensete områdene og SFT vil i den forbindelse orientere om temaer som bør inngå i en slik plan. Frist for oversendelse av tiltaksplan er 28.09.98

Vi viser til møte på SFT den 25.06.98.

NGU har med bistand av et dansk firma gjennomført en risikovurdering av områder med forurenset grunn på Borregaard. På møtet gjennomgikk bedriften NGU rapportens vurderinger av de ulike forurensete områdene og den oppfølging som der ble foreslått. Bedriften presenterte deretter sine forslag til oppfølging av områdene. Videre ble det presentert forslag til disponering av den kvikksølvforurensete massen som er tatt opp i forbindelse med bygging av ny klorfabrikk. Det ble også informert om bedriftens ønske om å ta imot kvikksølvholdig avfall fra Hydro til Borregaards kvikksølvdeponi.

Det fremkom under møtet at bedriften ønsket en utdyping av hva som bør inngå i et dokument som beskriver bedriftens forslag til tiltak for de forurensete områdene. Da dette tema ikke ble tilstrekkelig avklart på møtet er det nedenfor beskrevet temaer som SFT mener bør være med i et dokument vedr. tiltaksvalg for forurenset grunn.

Hvert område bør beskrives med informasjon bl.a. om:

1. Hvilke typer forurensning finnes i området (gjerne med en kort historikk).
2. Hvor stort område er forurenset (areal/volum).
3. Mulige spredningsveier, gjennom grunnen og evt. fra overflaten (avdampning, støving).

4. Hvor stor er (målt/beregnet) transport av ulike komponenter gjennom for eksempel avrenning, avdamping eller støvflukt. Her bør også forventet utvikling i forurensnings-transporten tas med.
5. Det bør videre fremgå om transporten skjer jevnt over året eller om årstid og værforhold er av stor betydning.
6. Mulige tiltak for å redusere forurensningstransporten for eksempel ved avskjærende grøfter, oppsamling av sigevann med etterfølgende rensing, tildekking bør gjennomgås. Forventede effekter og kostnader for forskjellige tiltak bør medtas.

I forbindelse med utarbeidelse av tiltaksplan er også vedlagte rapport, "Håndtering av grunnforurensningssaker" et godt hjelpemiddel.

Tiltaksplanen for de forurensede områdene må inneholde en prioritering av tiltakene og tidsplan for gjennomføring av disse. Frist for oversendelse av tiltaksplan er 28.09.98.

Pålegget om oversendelse av tiltaksplan er gitt med hjemmel i forurensningsloven § 49, og fristen for oversendelse av tiltaksplan kan påklages til Miljøverndepartementet innen 2 uker etter at brevet er mottatt. Eventuell klage skal sendes til SFT.

Med hilsen


Inger Karin Hansen (e.f.)


Monika Lahti

Vedlegg: 2 stk. "Håndtering av grunnforurensningssaker" rapport nr 95:09

NGU Rapport 98.157
Vedlegg 2

Redegjørelse fra Dames & Moore, av 16.09.1998

**BORREGAARD INDUSTRIES LIMITED
SARPSBORG
RISK ASSESSMENT
SUMMARY REPORT**

Introduction

In 1997, Dames & Moore undertook a series of risk assessments for specific areas of the Borregaard site at Sarpsborg in Norway. The assessments were integrated into NGU's report number 97.092 and they formed the basis of a contamination management plan which was recently presented to SFT.

The intention of this report is to provide a simple description of the techniques used in the risk assessments and how they have been used to draw conclusions regarding the need for, and scope of, remedial action. It has been produced at the request of Borregaard and NGU and is in accordance with a scope of work agreed by letter between NGU and Dames & Moore.

Background to the Approach

The intention of the risk assessments is to use scientific models and other techniques to simulate or predict the potential for chemicals to cause harmful effects on specific receptors of concern. For Sarpsborg these receptors consist of on-site workers, off-site residents and the nearby River Glomma. Because many factors can influence the potential for harm to occur, the risk assessment approach is required to take proper account of them on a site-specific basis.

The approach that has been used at Sarpsborg is consistent with current European "best practice" in contaminated land risk assessment, as described in various documents such as CONCAWE's "European Guideline for the Risk-Based Assessment of Contaminated Oil Industry Sites" and CARACAS' "Risk Assessment for Contaminated Sites in Europe". The latter has recently been published and it summarises the results of the CARACAS activities that have taken place over the past two years, with participation from SFT.

In regard to specific guidance from Norway, the approach is generally consistent with that described in SFT's report 95:09. It includes an initial screening of analytical results against generic criteria followed by a more detailed site-specific appraisal where these are exceeded.

Screening of Analytical Data

The analytical data form the foundation upon which the risk assessment is built. In the case of Sarpsborg, such data have primarily been collected by NGU.

In order to use the data in the risk assessment, they were reviewed and the maximum detected concentration of each contaminant was identified. This was then compared with an appropriate screening

value from Norwegian sources, as follows:

For soil, the “Preliminary Criteria for Polluted Soil, Most Sensitive Land Use”, from SFT Report 95:09.

For groundwater, the Norwegian drinking water standard (while these are not specified by SFT, they are nonetheless judged to be suitable as an initial, highly conservative screen since water beneath the site is unlikely to ever be used as a source of potable supply).

All contaminants exceeding these criteria were taken forward into the site-specific risk assessment, as detailed in the SFT guidance.

Modelling of Environmental Fate and Transport

The first step of the site-specific risk assessment was to simulate exposure, that is, the potential amount of contaminants which receptors could be exposed to. This was done in a quantitative manner by using the analytical data in combination with mathematical models. Exposure was estimated for the following receptors, judged to be the most sensitive at the site:

- Off-site, nearby residents
- On-site workers
- River Glomma

For human health, the objective of the modelling was to estimate a potential dose of each contaminant that a person could be exposed to for each of the exposure pathways of concern. The latter were identified early on in the analysis, in the Conceptual Site Model, and they consisted of the following:

- Soil ingestion
- Dermal contact
- Dust inhalation
- Vapour inhalation
- Fish ingestion

Dose was estimated as the amount of contaminant entering the body, per kilogram body weight, per day. This is the conventional method of expressing dose and it requires estimates of an intake rate for the contaminated medium (water, soil etc), the concentration of contaminant in the medium and the human body weight. Intake rates were based on standard assumptions used in this kind of risk assessment, as incorporated into US, Dutch and UK models. The concentration of contaminant in the medium was based on the maximum measured value for soil and simple modelling techniques for air and fish. Both children and adults were considered, each having different body weights, which were based again on standard assumptions.

For the River Glomma, exposure was estimated in the form of a potential contaminant concentration in the water column resulting from the migration of contaminants from soil and groundwater on-site. In the case of soil, maximum measured concentrations were used along with conservative assumptions and modelling techniques, to estimate potential leachate

concentrations. The behaviour of the resulting leachate as it mixed with the underlying groundwater and migrated towards the river was then modelled in a simple way, using the Domenico solution to the dispersion/advection equation. No degradation or retardation of contaminants was assumed in the model and no precipitation was assumed to occur downgradient of the source (these assumptions produce worst-case estimates of contaminant transport). The resulting concentrations at the point the groundwater reaches the river were then assumed to be diluted by the water in it to produce the final concentration estimate.

Toxicological Criteria

Independently of the fate and transport analysis, it was necessary to identify toxicological criteria that could be used to interpret the results of the human dose estimation process. These criteria took the form of tolerable daily intakes (TDIs) for chemicals not known to cause cancer and slope factors (SFs) for chemicals that are. TDIs can be viewed as acceptable or “safe” doses, while SFs are factors which, when multiplied by the estimated dose, provide statistical estimates of the lifetime increased risk (or probability) of cancer. In the absence of TDIs and SFs from Norwegian authorities, we have used values obtained from reputable sources such as the World Health Organisation and the US Environmental Protection Agency. All of the values used are scientifically based and have been applied widely in risk assessments of this type elsewhere.

For water resources, criteria were identified against which the modelled concentrations could be compared. Given the importance of the river as an ecological habitat, we decided to use ecological threshold values from mainly US sources for this purpose. These values are generally lower than drinking water standards and they account for the possible existence of sensitive species.

Risk Estimation

The risk estimation stage brought together the simulated exposure levels and the toxicological criteria to provide quantitative risk estimates. For human receptors, these took the form of Human Hazard Indices (HHIs) and increased lifetime cancer risk levels, while for the River Glomma, a River Glomma Hazard Index (RGHI) was derived.

The HHIs were calculated as the estimated dose divided by the TDI. For this reason, a HHI greater than one can be seen as indicating that the “safe” dose is predicted to be exceeded while a HHI of less than one shows that any exposure would be without harm. An acceptable risk level of one expresses this numerically.

The cancer risk estimates were calculated as the estimated dose multiplied by the SF. The resulting figure is the lifetime increased risk of cancer due to the site and this should be viewed in the context of a lifetime risk of cancer from all causes of approximately 1 in 5. Based on standard practice and regulatory precedent, an acceptable level of this risk is taken to be 1 in 10 000, or one in ten thousand.

The RGHIs were derived in a similar manner to the HHIs, by dividing the simulated river concentration by the acceptable level in the river. As with the HHIs, a value of greater than one was judged to be significant.

Risk estimates calculated in the manner described above were presented in tabular form. They were then used to form the basis of conclusions and recommendations.

Conclusions

The final aspect of the risk assessment was to draw practical conclusions from the quantitative risk estimates. This involved focussing on those contaminants, pathways and receptors for which there was a significant risk (ie, HHI or RGHI greater than one) and identifying what form of remedial action should be undertaken. An additional aspect identified further work required to characterise any areas of the site that the risk assessment could not address, due to data limitations.

Overall, risks to the River Glomma and off-site residents were found to be insignificant, with only on-site workers being shown to be potentially exposed to unacceptable HHIs. It was recommended that these risks should be managed by appropriate health and safety precautions, such as gloves, dust masks, etc, whenever intrusive works are conducted.

References:

Banks, S., Ellingsen, K., Kirkhusmo, L., Rohr-Torp, E., Skarphagen, Sæther, O.M., 1997, Vurdering av behov for tiltak mot forurensning ved Borregaards bedriftsområde og Osund deponi, Sarpsborg. NGU-rapport 97.092, 153 p.

Nordal, O., Andersen, S., Weholt, Ø., Huse, A., 1995, Håndtering av grunnforurensningssaker. Foreløpig saksbehandlingsveileder. SFT-rapport 95.09, 54 s.

NGU Rapport 98.157
Vedlegg 3

Norsk oversettelse av vedlegg 2

Utarbeidet av Michael Quint, Dames & Moore, London, pr. 16.09.1998
Oversettelse v/ Knut Ellingsen, NGU

Borregaard industrier Ltd
Sarpsborg
Bedømmelse av risiko
Sammendragsrapport

Innledning

I 1997 gjennomførte Dames & Moore en rekke riskbedømmelser av spesielle steder på Borregaards område i Sarpsborg i Norge. Bedømmelsene ble integrert i NGUs rapport 97.092, og de danner basis for en plan for håndtering av forurensninger som nylig ble presentert for SFT.

Rapportens intensjon er å lage en enkel beskrivelse av de teknikker som er brukt i riskbedømmelsen og hvordan de har blitt brukt for å trekke konklusjoner angående behovet for, og rammene for, utbedring. Den har blitt laget etter anmodning fra Borregaard og NGU og er i overensstemmelse med en ramme for arbeidet nedfelt i brev mellom NGU og Dames & Moore.

Bakgrunn for tilnæringsmåten

Riskbedømmelsens intensjon er å bruke vitenskapelige modeller og andre teknikker for å simulere eller forutsi kjemikalienes potensiale for å forårsake skade på spesielle viktige mottakere. I Sarpsborg er disse mottakerne arbeidere på stedet, beboere utenfor området og den nærliggende elva Glomma. Fordi mange faktorer kan influere på mulighetene for at skade skal kunne oppstå, må tilnæringsmåten for riskbedømmelsen ta grundig hensyn til dem på sted-spesifikk basis.

Tilnæringsmåten som har blitt brukt i Sarpsborg er i overensstemmelse med gjeldende europeisk «best practise» for riskbedømmelse av forurenset grunn, som er beskrevet i ulike dokumenter som CONCAWEs «European Guideline for the Risk-Based Assessment of Contaminated Oil Industry Sites» and CARACASs «Risk Assessment for Contaminated Sites in Europe». Den siste er nylig utgitt, og den oppsummerer resultatene av CARACAS-aktivitetene som har funnet sted de siste to år, med deltakelse fra SFT.

Med hensyn til spesiell veiledning fra Norge, er tilnæringsmåten generelt i overensstemmelse med det som er beskrevet i SFTs rapport 95:09. Den inkluderer først en undersøkende gjennomgåelse av analyseresultater mot relevante kriterier etterfulgt av en mer detaljert sted-spesifikk grundig vurdering der disse er overskredet.

«Screening» av analysedata

Analysedataene danner fundamentet som riskbedømmelsen bygges på. I tilfellet Sarpsborg, har dataene primært blitt samlet av NGU.

For å bruke dataene i riskbedømmelsen, ble de gjennomgått, og den høyeste funne konsentrasjon for hver forurensningskomponent ble identifisert. Dette ble så sammenliknet med en passende «screening»-verdi fra norske kilder, slik:

- For jord: «Preliminary Criteria for Polluted Soil, Most sensitive Land Use», fra SFT rapport 95:09.
- For grunnvann: De norske drikkevannsnormene (da disse ikke er laget av SFT, er de like fullt bedømt å være passende som en første, høyst konservativ «screen», siden det er helt uaktuelt å tenke seg vann under stedet bli brukt som kilde til drikkevannforsyning).

Alle forurensningskomponenter som overskred disse kriteriene ble tatt med videre til den sted-spesifikke riskbedømmelsen, slik det er detaljert i SFTs veiledning.

Modellering av skjebnen for miljøet og transport

Første skritt i en sted-spesifikk riskbedømmelse var å simulere eksponering, dvs. den potensielle mengde forurensninger som mottakere kunne bli eksponert for. Dette ble gjort på en kvantitativ måte ved å bruke analysedataene i kombinasjon med matematiske modeller. Eksponering ble anslått for følgende mottakere, vurdert å være de mest sensitive på stedet:

- beboere nær, men utenfor stedet
- arbeidere på stedet
- elva Glomma

Med tanke på helse var hensikten med modelleringen å anslå en potensiell dose for hver forurensningskomponent som en person kunne bli eksponert for langs hver av de aktuelle forurensningsveger. Sistnevnte ble identifisert tidlig i analysen, i «The Conceptual Site Model», og besto i følgende:

- Spising av jord
- hudkontakt
- inhalasjon av støv
- inhalasjon av damp
- spising av fisk.

Dose ble beregnet som mengden forurensning som kom inn i kroppen, pr. kilo kroppsvekt, pr. dag. Dette er den konvensjonelle måten å uttrykke dose, og det krever beregning av en inntakshyppighet for det forurensede medium (vann, jord etc.), konsentrasjonen av forurensning i mediet og kroppsvekten. Inntakshyppighet ble basert på standard antakelse som brukes i denne typen riskbedømmelse, og er inkorporert i US-amerikanske, nederlandske og britiske modeller. Konsentrasjonen av forurensning i mediet ble basert på den maksimale målte verdi for jord og enkle modellteknikker for luft og fisk. Både barn og voksne ble tatt i betraktning, de har ulik kroppsvekt som igjen ble basert på standard antakelser.

For elva Glomma ble eksponering beregnet i form av en potensiell konsentrasjon av forurensninger i vannsøylen som var resultat av bevegelse av forurensninger fra jord og grunnvann på stedet. I tilfellet jord, ble den maksimale målte konsentrasjon brukt sammen

med konservative antakelser og modelleringsteknikker, for å beregne potensielle utvaskingskonsentrasjoner. Oppførselen til det resulterende utvaskingsvannet når det ble blandet med det underliggende grunnvannet og beveget seg mot elva, ble så modellert på en enkel måte ved å bruke Domenico-løsningen på dispersjons/adveksjon-likningen. Ingen degradasjon eller retardasjon av forurensninger ble antatt i modellen, og ingen nedbør ble antatt å falle nedstrøms kilden (disse antakelsene medfører «verste tilfelle»-beregninger av forurensningstransport). De resulterende konsentrasjoner ved punktet der grunnvannet når elva, ble så antatt å bli fortynnet av vannet i den for å komme fram til den endelige beregning av konsentrasjon.

Toksikologiske kriterier

Uavhengig av skjebne- og transportanalysen var det nødvendig å identifisere toksikologiske kriterier som kunne brukes til å tyde resultatene av prosessen med human doseberegning. Disse kriteriene tok form av tolerabelt daglig inntak (TDIer) for kjemikalier som ikke er kjent for å forårsake kreft, og «slope factors» (SFer) for kjemikalier som er det. TDIer kan sees som akseptable eller «sikre» doser, mens SFer er faktorer som, hvis multiplisert med den beregnede dose, gir statistiske anslag for økt livstidsrisiko (eller sannsynlighet) for kreft. Siden TDIer og SFer mangler hos norske myndigheter, har vi brukt verdier fra pålitelige kilder som Verdens Helseorganisasjon og US-Environmental Protection Agency. Alle brukte verdier er vitenskapelig basert og er brukt vidt og bredt i riskbedømmelse av denne typen andre steder.

For drikkevann ble det identifisert kriterier som de modellerte konsentrasjonene kunne sammenliknes med. På bakgrunn av den betydning elva har som økologisk habitat, bestemte vi oss for å bruke økologiske terskelverdier hovedsakelig fra US-amerikanske kilder i denne saken. Disse verdiene er generelt lavere enn drikkevannsnormer, og de svarer for en mulig tilstedeværelse av sensitive arter.

Risikoberegning

Trinnet med risikoberegning bragte sammen de simulerte eksponeringsnivåene og de toksikologiske kriteriene for å gi kvantitative risikoanslag. For menneskelige mottakere tok de form av «Human Hazard Indices» (HHIer) og økte livstidsnivåer for kreftrisiko, mens for elva Glomma, ble det beregnet en River Glomma Hazard Index (RGHI).

HHIene ble regnet ut som estimert dose dividert med TDI. Av denne grunn kan en HHI større enn én sees å indikere at den «sikre» dosen er forutsagt å bli overskredet, mens en HHI mindre enn én viser at en hvilken som helst eksponering kan skje uten skade. Et akseptabelt risikonivå på én uttrykker dette numerisk.

Beregningene av kreftrisiko ble regnet ut som den estimerte dose multiplisert med SFen. Det resulterende tall ble den økte livstidsrisiko for kreft som skyldes stedet og burde sees i forhold til livstidsrisiko for kreft fra alle kilder i et forhold omlag 1 av 5. Basert på standard praksis og tidligere lovgivning, tas et akseptabelt nivå for denne risikoen for å være 1 av 10 000, eller en av ti tusen.

RGHIene ble utregnet på samme måte som HHIene, ved å dividere de simulerte konsentrasjonene i elva med det akseptable nivået i elva. Som med HHIene ble en verdi større enn én vurdert å være av betydning.

Risikoberegninger utregnet på måten beskrevet ovenfor ble presentert i tabellform. De ble så brukt til å danne basis for konklusjoner og anbefalinger.

Konklusjoner

Det avsluttende aspektet av risikobedømmelsen var å trekke praktiske konklusjoner av de kvantitative risikoberegningene. Dette medførte å fokusere på de forurensningskomponenter, -veger og mottakere som det forelå en betydelig risiko for (dvs. HHI eller RGHI større enn 1) og identifisere hvilke tiltak som bør iverksettes. Et tilleggsaspekt var å finne ut hvilket framtidig arbeid som er nødvendig for å karakterisere arealer innenfor stedene som denne risikobedømmelsen ikke dekker pga. mangel på data.

I det hele ble risikoer for elva Glomma og beboere utenfor stedene funnet å være ubetydelige, med bare arbeidere på stedet som det ble vist var eksponert for uakseptable HHler. Det ble anbefalt at disse risikoene blir handtert ved hjelp av passende helse- og sikkerhetstiltak, som hansker, støvmasker etc. i alle tilfelle der arbeidet er av intrusiv karakter.

Referanser:

Banks, S., Ellingsen, K., Kirkhusmo, L., Rohr-Torp, E., Skarphagen, Sæther, O.M., 1997, Vurdering av behov for tiltak mot forurensning ved Borregaards bedriftsområde og Osund deponi, Sarpsborg. NGU-rapport 97.092, 153 p.

Nordal, O., Andersen, S., Weholt, Ø., Huse, A., 1995, Håndtering av grunnforurensningssaker. Foreløpig saksbehandlingsveileder. SFT-rapport 95.09, 54 s.

Kartskisse over Borregaards bedriftsområde med forurensede områder
avmerket



BORREGAARD INDUSTRIER LTD.		MÅLESTOKK 1:10 000	
Topografisk kart som viser de fem lokalitetene.			
Sarpsborg, Østfold			
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEKNIKK NR. 97.092 - G2	KARTBLAD NR.	