

COWI

COWI AS
Vesterveien 6
4613 Kristiansand S

Telefon 02694
www.cowi.no



BERGENE-HOLM AS - SIMONSTAD - FORURENSET GRUNN

MILJØTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE OG
RISIKOVURDERING



Kristiansand, August 10
A012391/TELA

Oppdragsgiver: Bergene-Holm AS - Simonstad - Forurenset grunn	Oppdragsnummer: A012391
Kontaktperson: Johan Mørland	
Rapporttittel: Miljøteknisk grunnundersøkelse og risikovurdering	

COWI

COWI AS
Vesterveien 6
4613 Kristiansand S

Telefon 02694
www.cowi.no

Sammendrag:

Det er påvist grunnforurensning ved Bergene Holm AS sitt anlegg på Simonstad. Det er gjennomført en trinn 2 undersøkelse i henhold til veileder (SFT, 99:01)(Ref. 01). Gjennomførte undersøkelser og vurdering av risiko har vist:

- Det er ikke behov for tiltak med den bruken som er av området i dag.
- Det er ingen helserisiko innendørs eller ute på området.
- Ut fra de observasjoner som er gjort i tomten til Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad, vil ikke grunnforurensningen føre til helseproblemer ved konsum av fisk fra Nidelva.
- Ved eventuell håndtering av forurensete jordmasser på anlegget til Bergene Holm AS må det søkes om tillatelse til graving og håndtering av massene. Ved søknaden bør det være en plan for håndtering av massene og en beskrivelse av tiltakene.
- Utbredelsen til forurensingen avgrenses seg til under impregneringsbygget, og maksimalt 2 m videre nedover i grunnvannsretningen, og maksimum 2 m under grunnvannsspeilet.

Området er forurenset, men det er ikke behov for tiltak. Det skyldes at området hvor det er påvist høye konsentrasjoner av tungmetaller, ligger i et område med tett dekke (asfalt). Det tette dekke hindrer direkte fysisk kontakt med de forurensete massene og spredning av støv. I områdene uten tett dekke er det også påvist lignende forurensinger, men konsentrasjonene er her så små at det heller ikke gir behov for tiltak. Skulle for eksempel området vært gjort om til boligområde, hadde det vært behov for tiltak med gjeldene normverdier for arsen.

SFT sendte ut på høring den 16.10.07 et forslag om å øke normverdien for arsen fra 2 mg/kg til 8 mg/kg. Hvis dette høringsforslaget blir vedtatt, og det ble gjennomført et tiltak hvor forurensning rundt brønn 2 ble fjernet, ville det ikke være behov for ytterligere tiltak på Bergene Holm AS sitt område på Simonstad, selv om det var ønskelig å legge for eksempel barnehage på området.

Konklusjon:

Området er forurenset, og ut fra en risikovurdering er det ikke behov for tiltak på området.

Utført av: Tor Egil Larsen _____ sign.	Etterkontroll utført av: Vidar Valen _____ sign.	
Dato for første utgivelse: 26.10.07	Dato for revisjon: 24.08.10	
Fagområde: Forurenset grunn, Simonstad, Åmli kommune	Revisjon nr: 1	Antall sider: 23 + vedlegg

INNHALDSFORTEGNELSE

1.0	INNLEDNING	4
2.0	PROBLEMBESKRIVELSE	6
3.0	METODER OG UTFØRT ARBEID	8
3.1.1	Brønner	8
3.2	Prøvetaking og analyser	9
3.2.1	Prøvetaking av jordprøver	9
3.2.2	Benyttede analysemetoder	10
3.3	Generelt om risikovurdering	10
4.0	RESULTAT	12
4.1	Grunnforhold	12
4.2	Analyseresultater fra jordprøvene	13
5.0	RISIKOVURDERING	14
5.1	Miljømål for området	14
5.2	Trinn 1: Forenklet risikovurdering	14
5.3	Trinn 2: Utvidet risikovurdering	14
5.3.1	Identifisering av uønskede hendelser på lokaliteten	14
5.3.2	Kilde- og arealanalyse	15
5.3.3	Spredning- og transportanalyse	16
5.4	Eksponeringsanalyse	19
5.5	Arealbrukskategori	20
5.5.1	Arealbruksrelaterte akseptkriterier	20
5.6	Helsebaserte risikovurdering	20
5.6.1	Vurdering basert på jordprøver	20
6.0	DISKUSJON	24
7.0	KONKLUSJON	26
8.0	REFERANSER	27

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Analyseresultater
- Vedlegg 2: Risikoanalyse – stedsspesifikke akseptkriterier
- Vedlegg 3: Vurdering av forurensningsspredning -
Transport og reaksjonsmekanismer

1.0 INNLEDNING

REVISJON

KLIF gav i januar 2010 en tilbakemelding på den første rapporten som ble utarbeidet av Sørlandskonsult as i oktober 2007. KLIF ønsket at det areal som var forurenset ble fastslått. Dette er det gitt et svar på i kapittel 5.3.3 Spredning- og transportanalyse. Siden forrige rapport ble utarbeidet er Sørlandskonsult as blitt oppkjøpt av COWI.

Følgende kapitler er revidert;

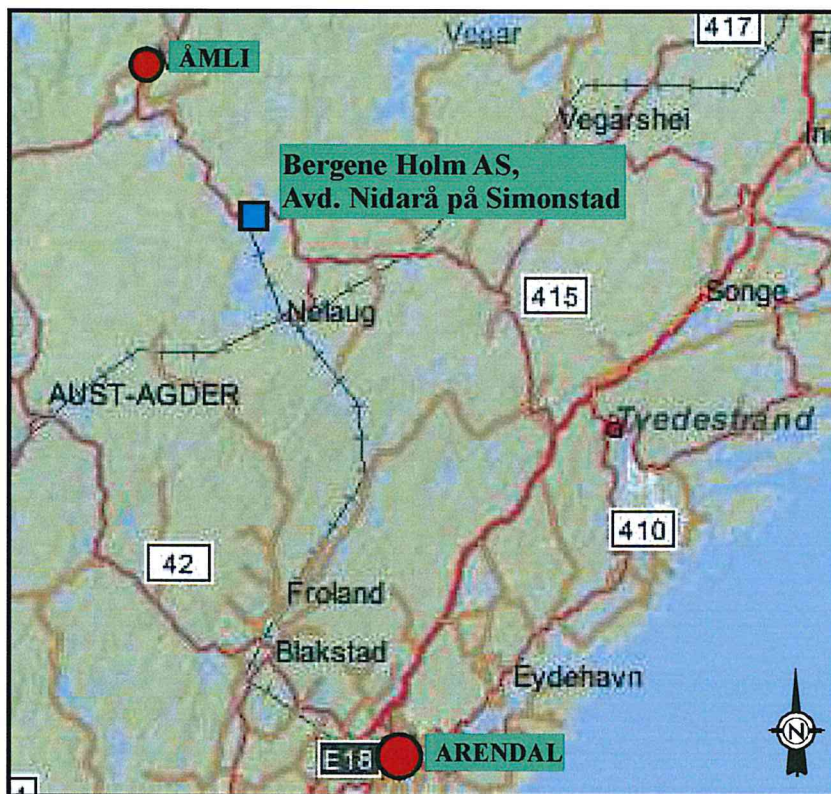
- 1.0 Innledning
- 5.3.3 Spredning- og transportanalyse
- 6.0 Diskusjon
- 7.0 Konklusjon

Bergene Holm AS driver sagbruk på Simonstad i Åmli kommune. På sagbruket har det siden 1977 og frem til i dag vært gjennomført impregnering av trevirke. Eiendommen ble kjøpt av Bergene Holm AS i 1985, og har gårdsnr/ bruksnr.: 44/94 i Åmli kommune.

Sagbruket har tidligere blitt befart av Norges Geologiske undersøkelse i 1990, og av Jordforsk i 1997. Begge disse befaringsene har vært på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT), og i begge tilfellene ble det registrert spill av impregneringsveske til grunnen. Med bakgrunn i dette gav SFT pålegg om tinglysing av rådighetsbegrensinger på eiendommen i brev av 21.10.04. Dette ble påklaget av Bergene Holm AS i brev av 12.11.04, og SFT godtok klagen. SFT opphevet derfor sitt første vedtak, og gav samtidig et varsel om pålegg om grunnundersøkelse. Etter flere runder mellom Bergene Holm AS og myndighetene, bestemte Bergene Holm AS seg for å gjennomføre en grunnundersøkelse.

Lokalisering av sagbruket er vist i figur 1.

Denne rapporten er utarbeidet i henhold til SFT sin veileder 99:01; *Risikovurdering forurenset grunn*, (Ref. 01).

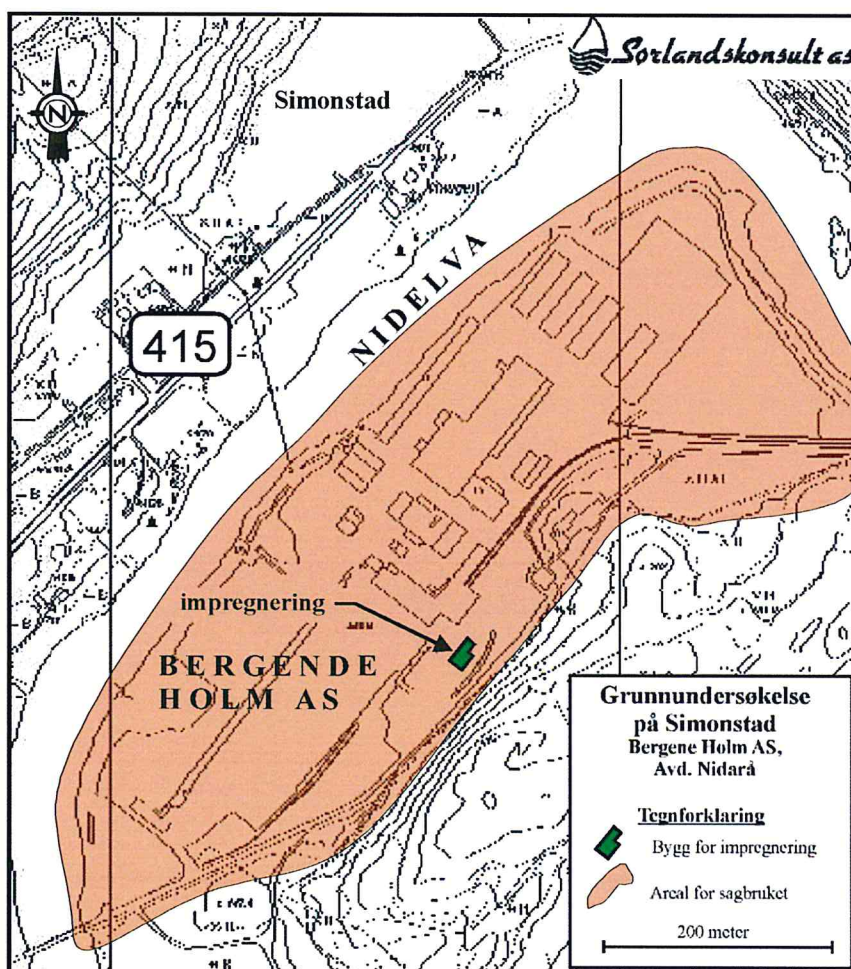


Figur 1: Simonstad ligger 46 km kjøring nord for Arendal i Åmli kommune.

2.0 PROBLEMBESKRIVELSE

Sørlandskonsult as er engasjert av Bergene Holm AS til å gjennomføre en miljøundersøkelse av området på Sagbruket på Simonstad hvor det har blitt impregnert trevirke siden 1977. Impregnert trevirke er behandlet med kjemiske stoffer for at det ikke skal råtne. Mesteparten av impregnert trevirke er enten behandlet med kresot eller kobberforbindelser. På Simonstad er det benyttet kobberforbindelser til impregneringen.

Det viktigste området å undersøke har vært rundt impregneringsverket, og på de områdene hvor det har blitt lagret impregnert trevirke. Figur 2 viser impregneringsverket sin plassering på hele området til sagbruket.



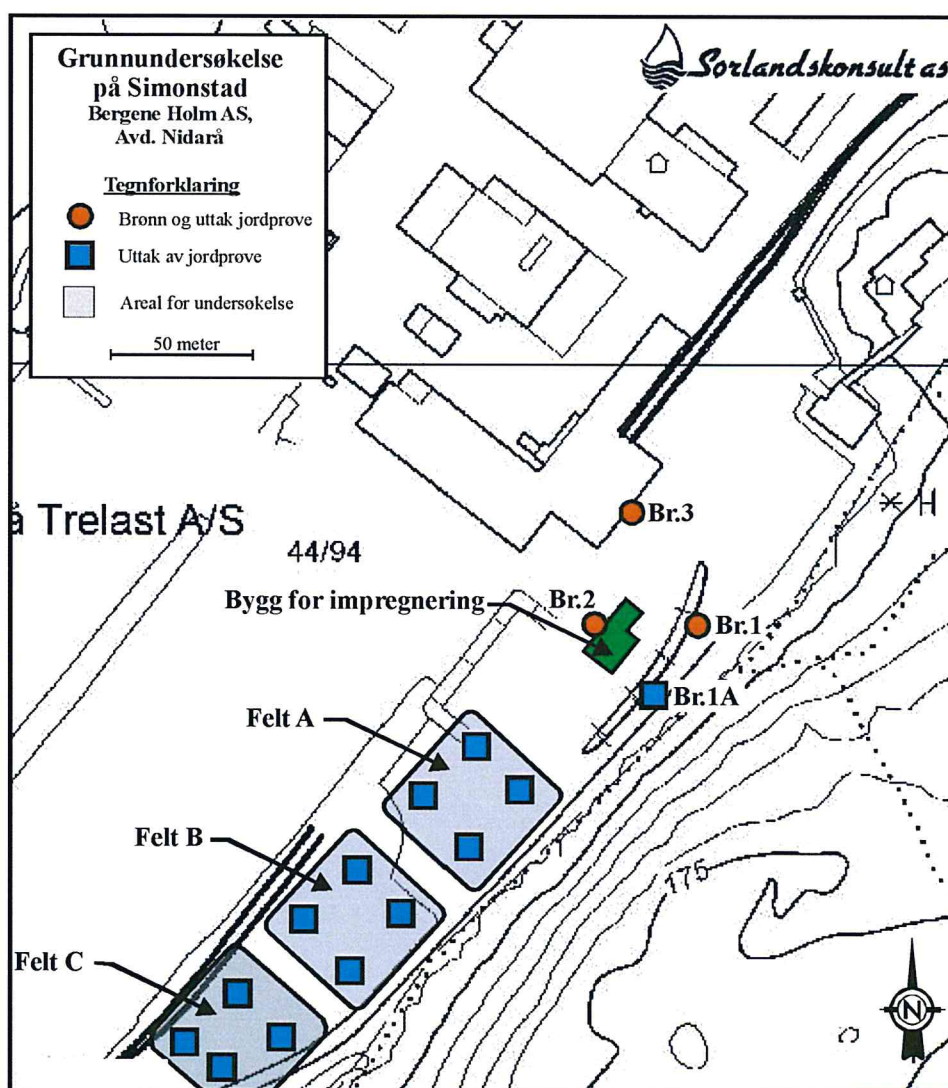
Figur 2: Impregneringsverket sin plassering på sagbruket på Simonstad.

Det ble etablert grunnvannsbrønner i sjaktene hvor det ble tatt jordprøver. Hvis det ikke ble påvist forurensning i jordprøvene, ville vannprøver vært nyttige for å verifisere at området var helt rent.

Den 28.06.06 ble det etablert brønner, og tatt ut jordprøver fra overflaten, og ned til grunnvannsnivå. I tillegg ble det tatt jordprøver fra områdene hvor det har vært lagret impregneret materiale.

Først ble det gitt en gjennomgang av ledelsen på sagbruket på hvor impregneringen har og blir gjennomført, og hvor det har vært lagret impregneret trevirke. Denne gjennomgangen sammen med en vurdering av de hydrogeologiske forholdene, ga et forslag til hvor det burde gjennomføres prøvetaking. De ulike prøvepunktene er vist på figur 3. De øverste jordprøvene ble analysert, og de dypeste prøvene er lagret for eventuell senere bruk.

Alle analyserte jordprøver er vurdert i forhold til en risikovurdering av området.



Figur 3: Oversiktskart over prøvepunktene på anlegget til Bergene Holm AS på Simonstad. Området som inneholder prøvepunktene Felt A, Br.1, Br.1A, Br.2 og Br. 3 er dekket av asfalt.

3.0 METODER OG UTFØRT ARBEID

For å kartlegge eventuelle forurensninger på Bergene Holm AS sitt område på Simonstad, ble det etablert fire brønner hvor det ble tatt ut jordprøver ned til grunnvannsnivå. I tillegg ble det tatt jordprøver fra tre større lagringsområder (se figur 3).

3.1.1 BRØNNER

Brønnene ble etablert ved bruk av en lett borerigg. Det ble boret med skovelbor ned en meter av gangen, og så ble boret trukket opp, og prøvematerialet tatt av (se figur 4).



Figur 4: Bilde viser boreriggen med skovelbor. Skovelboret er skrudd ned en meter i nye masser, og så trukket rett ut av hullet. Metoden er rask og effektiv, og gir liten ødeleggelse av overflaten.

Når det er boret ned til grunnvannsnivå med skovelboret, så trekkes boret ut, og en miljøbrønn av plast slippes ned i hullet. Rørene til brønnen er bygget opp av plastrør med en diameter på 63 mm og lengder på en meter som skrus sammen. Brønnen består av en spiss, et parti med filteråpninger, stigerør og lokk. Filteråpningene er 1 mm store og ligger jevnt fordelt på rørlengden med filter. Når brønnen er satt ned legges det bentonitt (leire) rundt toppen for tetting, og det settes pålåsbart lokk (se figur 5).



Figur 5: Bildet til venstre viser hvordan en miljøbrønn blir dunket ned i hullet som var boret med skovelbor. Bilde til høyre viser ferdig brønn tett med bentonitt, og påsatt låsbart lokk.

3.2 PRØVETAKING OG ANALYSER

3.2.1 PRØVETAKING AV JORDPRØVER

Alle punktene med brønner ble først skovelboret med lett borerigg før det ble satt ned brønn. Alle skovelboringene ble utført ned til grunnvannsnivå, og brønnene satt minst en meter ned i grunnvannet. Det ble ikke påvist fjell i noen av boringene.

Det ble samlet inn jordprøver fra alle boreprofilene, og for hver meter.

En ekstra pose med alle jordprøvene er lagret hos Sørlandskonsult as for eventuell senere ekstra analyser.

Før hver prøvetaking ble prøvetakingsutstyret rengjort i massene som skulle prøvetas.

Prøvene ble først tatt i rene plastposer, som så raskt det lot seg gjøre ble blandet for uttak til laboratorienes prøvebeholdere. Fra hvert punkt med brønn ble det sendt en jordprøve fra den øverste meteren. Fra feltene A, B og C ble det sendt en samleprøve for hvert område. Prøvene er fylt på glass levert av Analytica Norge, og sendt med posten til Oslo.

3.2.2 BENYTTETE ANALYSEMETODER

Jordprøvene er analysert etter et analyseprogram hos Analytica som kalles "Norm-pk". Norm-pakken er en sammenstilling av analyser spesielt beregnet for forurenset grunn undersøkelser. Analysemetoden inneholder nesten alle foreslåtte parametere i SFTs veileder 99:01; *Risikovurdering av forurenset grunn* (Ref. 01), unntatt organisk karbon, leireinnhold og parametere spesielle beregnet for bensinstasjoner. SFT sine foreslåtte parametere ved mistanke om forurensning, er vist i tabell 1.

Tabell 1: SFT sitt forslag til parametere ved mistanke om forurenset grunn.

Analyseparametere	Standard komponenter foreslått av SFT
Fysiske egenskaper	Vanninnhold, organisk karbon og leire innhold
Tungmetaller	8 elementer: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn
Alifatiske hydrokarboner	Sum hydrokarb., fraksjonene C ₅ -C ₁₀ , >C ₁₀ -C ₁₂ og >C ₁₂ -C ₃₅
PAH	Sum PAH ₁₆ ifølge USEAP
PCB	Sum PCB ₇ (7 kongener: 28, 52, 101, 118, 138, 150 og 180)
BTEX	Bensen, toluen, etylbensen og xylene
VOCI	Di-, tri-, og tetraklormetan, di- og trikloreten, tri- og tetrakloreten

3.3 GENERELT OM RISIKOVURDERING

For håndtering av grunnforurensingssaker har Statens forurensingstilsyn utarbeidet en veileder (SFT, 99:01) som skal være et verktøy som gir enhetlig beslutningsgrunnlag for grunnforurensingssaker.

Tilnærmingen i arbeidet med en grunnforurensing skal være trinnvis. I vanlige saker skal det først utarbeides en problembeskrivelse med forslag til eventuelle undersøkelser. Problembeskrivelsen gjøres vanligvis ut fra en sammenstilling av historiske data og de fakta man har om natur og arealbruk.

I risikovurderingen inngår det en del sentrale begreper:

- Mest følsom arealbruk: Dette er arealbruk der mennesker kan utsettes for eksponering av en forurensing via alle eksponeringsveier. Alle eksponeringsveier er definert som: Oralt inntak av jord, hudkontakt med jord, innånding av støv, innånding av gasser (innomhus), inntak av drikkevann, inntak av grønnsaker og inntak av skalldyr/fisk.
- Risiko: Uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø og materielle verdier. Risikoen uttrykkes ved sannsynlighet for og konsekvensene av de uønskede hendelsene.
- Risikoanalyse: Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne risiko. Risikoanalysen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser, sannsynligheten for at hendelsene oppstår og konsekvensen av disse.
- Risikovurdering: Sammenligning av resultater fra risikoanalyser med definerte akseptkriterier.

- Miljømål: Definert ambisjonsnivå for ønsket miljøtilstand. Kvalitative ambisjoner konkretiseres i form av akseptkriterier.
- Akseptkriterier: Kriterier basert på forskrifter, standarder, nasjonale eller regionale retningslinjer, erfaringer og/eller teoretisk kunnskap som legges til grunn for beslutning om akseptabel risiko. Akseptkriterier kan uttrykkes med ord eller være tallfestet.

Risikovurderingen er bygget opp i tre trinn med økende grad av kompleksitet og detaljering. Den trinnvise tilnærmingen skal sikre at enkle saker kan avklares raskt uten for stort ressursforbruk, samtidig som større ressurser kan settes inn for å avklare risikoer i mer kompliserte og potensielt alvorlige situasjoner.

Trinn 1: Forenklet risikoanalyse.

I en forenklet risikovurdering benyttes gjeldende normverdier for jord (SFT, 99:01) som sammenlignes med resultatene fra undersøkelsen. Dersom en eller flere prøver overstiger normverdien skal det vurderes om dette skyldes forurensning eller lokale bakgrunnsforhold.

Trinn 2: Utvidet risikoanalyse (beregning av eksponering)

Hvis konsentrasjonen av forurensning i jordprøver overskrider normverdier for mest følsomt arealbruk (SFT, 99:01) skal det gjennomføres en utvidet risikoanalyse. I denne skal det utarbeides stedsspesifikke akseptkriterier basert på den aktuelle arealbruk.

Trinn 3: Utvidet risikovurdering (måling av eksponering)

En trinn 3 risikovurdering er i større grad basert på målt eksponering, men den samme risikoanalysen som i trinn 2 gjennomføres. Dataene som benyttes i trinn 3 skal i størst mulig grad være fra feltmålinger og minst mulig beregninger. Det vil derfor kreve spesialiserte undersøkelser tilpasset de lokale forhold.

4.0 RESULTAT

Prøvetakingen gjennomført i juni 2006 skulle gi svar på et hovedspørsmål;

- Var det forurenset med arsen, krom og kobber fra Bergene Holm AS sitt impregneringsverk på Simonstad.

Hvis det viste seg å være forurensing skulle det avdekkes;

- Hvor stort areal som var påvirket, og
- Hvilken styrke forurensingen hadde.

4.1 GRUNNFORHOLD

Det ble tatt to jordprøver som viser bakgrunnsverdiene i området; Br.1A og Br.1. Jordprøvene Br.2 og Br.3 er tatt fra sanden like under asfalten. Prøvene som er kalt "Felt" er blandprøver fra områder det har eller kan ha vært lagret impregnert materiale. En blandprøve er flere prøver som er slått sammen for analysering. Felt A er dekket med asfalt, mens felt B og C har sand og grus i overflaten.

Alle prøvepunktene som ble skovlet var på områder med asfaltert overflate (figur 3 viser lokalisering av prøvepunktene). Massene i området besto hovedsakelig av sand. Tabell 2 viser en oversikt over de ulike jordlagene i sjaktene.

Tabell 2: Beskrivelse av de borer som ble utført den 2806.06.

Sjakt / brønn	Beskrivelse av de ulike jordlagene	Sjakten avsluttet i følgende	Lukt
Br. 1	Asfalt, 0-2 m Silt til grov sand, litt humus, fuktig sand 2-3 m fin sand mye humus	Grunnvann på 1,7 m, satte ned brønn med lengde 2,9 m	Ingen lukt
Br. 1A	Asfalt, 0 – 2 m medium sand, godt sortert, brun. Noe silt	Avsluttet i stein på 2 m dyp – Ikke brønn	Ingen lukt
Br. 2	Asfalt, 0-1,5 m Medium sand, rød, godt sortert 1,5-2 m som over, men med rust utfellinger 2-6 m grå brun, medium sand	Grunnvann på 3,8 m, satte ned brønn med lengde 4,6 m	Ingen lukt
Br. 3	Asfalt, 0-4 m Medium sand, godt sortert, brun som i Br. 1A. Lysere sand fra 1-4 m.	Grunnvann på 3,6 m, satte ned brønn med lengde 4,7 m	Ingen lukt
Felt A	Grå, medium sand	-	Ingen lukt
Felt B	Grå, medium sand	-	Ingen lukt
Felt C	Grå, medium sand	-	Ingen lukt

Alle skovelboringene ble boret ned til grunnvannspeilet, utenom br. 1A som stoppet i stein. Boringene ble så beskrevet og det ble tatt ut jordprøver.

4.2 ANALYSERESULTATER FRA JORDPRØVENE

Analyseresultatene fra jordprøver er gjengitt i tabell 3, sammen med SFTs normverdier for mest følsom arealbruk. Lokalisering av prøvepunkter er gitt i figur 3.

Tabell 1: Resultat fra analyser av jordprøver fra Bergene Holm as, avd. Nidarå. Verdier over normverdien er uthevet og understreket.

Element	Enhet	Br.1 A	Br.1	Br.2	Br.3	Felt A	Felt B	Felt C	SFT norm- verdi
TS	%	92,6	92	90,4	93,1	93,3	83,7	87,6	
Arsen	mg/kg TS	<u>4,99</u>	0,77	<u>115</u>	<u>2,19</u>	<u>2,60</u>	<u>5,95</u>	<u>9,85</u>	2
Krom	mg/kg TS	6,25	4,04	<u>118</u>	8,98	4,53	11,2	8,71	25
Kobber	mg/kg TS	6,44	4,75	<u>134</u>	4,98	4,80	33,6	21,6	100

Tabell 3 viser at følgende parametere er over SFTs normverdi for mest følsom areal bruk (trinn 1 i risikovurderingen):

- Arsen
- Krom
- Kobber

Når det er observert parametere med konsentrasjoner over normverdien, og det er sikkert at overskridelsene ikke skyldes bakgrunnsverdier, skal risikovurderingen føres videre til trinn 2.

5.0 RISIKOVURDERING

Denne risikovurdering er gjennomført i henhold til SFTs veileder 99:01A "Risikovurdering av forurenset grunn"(Ref. 01).

5.1 MILJØMÅL FOR OMRÅDET

For å kunne definere akseptkriterier for et forurenset område, bør det defineres miljømålsetninger for området. Følgende miljømål er lagt til grunn ved undersøkelser og gjennomføring av eventuelle tiltak ved Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad:

1. Det må ikke forekomme forurensning i jordmasser som kan skade menneskers helse. Det legges til grunn at området i fremtiden skal benyttes til industriområde.
2. Det skal ikke forekomme utslipp av forurensende stoffer fra tidligere eller nåværende virksomheter ved Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad som kan skade menneskers helse.
3. Det skal ikke forekomme fare for spredning av forurensning fra jordmasser som kan føre til miljøskader i Nidelva.

Hvis en eller flere av ovennevnte miljømål ikke er tilfredsstillt, må det gjennomføres tiltak som bedrer forholdene til det tilfredsstillende.

5.2 TRINN 1: FORENKLET RISIKOVURDERING

Undersøkelsen har vist at det finnes forurensning på området. Det er påvist konsentrasjoner av arsen, kobber og krom som har høyere konsentrasjoner enn hva som er påvist i de to punktene med bakgrunnsverdier; Br. 1 og Br. 1A.

Fordi det er påvist konsentrasjoner som er over normverdien for *mest følsom arealbruk*, må risikovurderingen føres videre til trinn 2 (utvidet risikovurdering).

5.3 TRINN 2: UTVIDET RISIKOVURDERING

En utvidet risikovurdering tar utgangspunkt i aktuell arealbruk. Man vil da anvende eksponeringsveier som er aktuelle for bruken av området. Basert på disse eksponeringsveiene beregnes toleransedoser for uakseptable effekter.

5.3.1 IDENTIFISERING AV UØNSKEDE HENDELSER PÅ LOKALITETEN

Uønskede hendelser som kan inntreffe på lokaliteten er:

- Arbeidere på området eksponeres for forurenset jord.

- Arbeidere får innånding av støv/partikler.
- Påvirkning av jordlevende organismer.

Eksponeringsskjema gitt i figur 6 benyttes delvis i identifiseringen av uønskede hendelser knyttet til forurensingen ved nye Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad.

Primære kilder	→ Sekundære kilder	→ Transport Mekanismer	→ Sprednings-media	→ Eksponering	→ Påvirkede organismer	
Lagrings-tanker <input checked="" type="checkbox"/>	Overflate forurensning <input checked="" type="checkbox"/> (0-1m)	Vannerosjon <input type="checkbox"/>	Overflate-vann <input type="checkbox"/>	Direkte kontakt vann <input type="checkbox"/>	Mennesker <input checked="" type="checkbox"/>	Miljø <input type="checkbox"/>
Rørledning <input type="checkbox"/>	Dypereleggende forurensning <input checked="" type="checkbox"/> (>1,0m)	Utlekking <input checked="" type="checkbox"/>	Sigevann (Grunnvann) <input checked="" type="checkbox"/>	Direkte kontakt, jord <input checked="" type="checkbox"/>	Beboere på stedet <input type="checkbox"/>	Følsomt miljø <input type="checkbox"/>
Drift anlegg <input checked="" type="checkbox"/>	Frifase forurensning <input type="checkbox"/>	Mekanisk erosjon <input type="checkbox"/>	Jord <input checked="" type="checkbox"/>	Inntak jord <input type="checkbox"/>	Naboer (beboere) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avfallsenhet <input type="checkbox"/>		Avgassing <input type="checkbox"/>	Støv <input type="checkbox"/>	Innånding av støvpartikler <input checked="" type="checkbox"/>	Rekreasjon <input type="checkbox"/>	Overflate-vann <input type="checkbox"/>
Annet <input type="checkbox"/>		Transport <input type="checkbox"/>	Luft <input type="checkbox"/>	Innånding av gass (ute) <input type="checkbox"/>	Andre <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				Innånding av gass (inne) <input type="checkbox"/>	Andre <input type="checkbox"/>	Dyr <input type="checkbox"/>
					Arbeidere på lokaliteten <input checked="" type="checkbox"/>	Planter <input type="checkbox"/>
					Grunnvanns-brukere <input type="checkbox"/>	Fugler <input type="checkbox"/>
						Annet <input type="checkbox"/>

Figur 6: Eksponeringsskjema til utvelgelse av aktuelle eksponeringsveier på lokaliteten.

Følgende eksponeringsveier ble funnet å være de mest aktuelle ved nye Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad:

- Arbeidere ved Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad kan bli utsatt for hudkontakt og støvpartikler fra masser med høy arsenkonsentrasjon. Dette arealet er i dag dekket med tett dekke.

Sannsynligheten for at den uønskede hendelsene som er identifisert kan inntreffe og konsekvensene av disse, vurderes i de følgende kapitler; 5.3.2, 5.3.3 og 5.4.

5.3.2 KILDE- OG AREALANALYSE

På området til nye Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad er det påvist høye konsentrasjoner av tungmetaller (As, Cr og Cu).

Kilden til forurensing er i hovedsak et impregneringsverk, som er drevet fra 1977 og frem til i dag. Det er også sannsynlig at lagring av impregnert trevirke har gitt forurensninger i områdene merket som felt A, B og C på figur 3.

I videreføringen av risikovurderingen vil komponentene som er påvist i for høye konsentrasjoner bli benyttet i beregningene. Primært er det mennesker som skal beskyttes mot eksponering i følge veilederen fra SFT 99:01 (Ref. 01).

5.3.3 SPREDNING- OG TRANSPORTANALYSE

Forurensning i jordmasser kan transporteres til resipienter, ved at farlige stoffer først løses ut i porevannet for deretter å transporteres til grunnvann og resipient.

Alle kjemiske stoffer har helt spesifikke egenskaper som har stor betydning i forhold til deres oppførsel i jordmasser. For tungmetaller er det en fordelingskoeffisient mellom jord og vann (K_d) som er antatt å være den viktigste parameteren når det gjelder spredning fra jord til vann. For organiske stoffer er det oktanol-vann fordelingskoeffisienten (P_{ow}) som har en tilsvarende avgjørende betydning.

Alder har også en betydning for stoffers oppførsel i jordmasser. Nyere forurensing kan oppføre seg annerledes enn eldre forurensning.

Med kjennskap til stoffenes konsentrasjon i jordmassene, kan man ved hjelp av de spesifikke fordelingskoeffisientene og antakelser om likevekt beregne konsentrasjoner i porevann. Deretter kan spredning til grunnvann og resipient beregnes. I beregningene er det tatt utgangspunkt i standard fordelingskoeffisienter oppgitt av SFT (SFT 99:01, Ref. 01).

Følgende parametere er benyttet ved beregning av spredning fra jord til grunnvann:

Normal nedbør på Nelaug	P	= 1230 mm/år
Infiltrasjonshastighet	I	= $0,21 * P^2$
Hydraulisk ledningsevne	k	= 0,0001 m/s
Porositet	ϵ	= 0,40
Luftinnhold	θ_a	= 0,2 l luft/l sand
Vanninnhold	θ_w	= 0,1 l vann/l sand

Forurenset grunnvann vil renses og tynnes ut fra impregneringsverket og de 200 m til Nidelva. I Nidelva vil det være en rask og betydelig uttynning. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har satt et minstekrav til vannføring i Nidelva ved Nelaug på 40 m³/s. Det gir en teoretisk minimumsmengde som er benyttet ved beregning av uttynningseffekten fra grunnvann til elv.

For å vurdere den miljøbaserte risikoen er det ut fra veilederen til SFT (Ref. 01), mulig å beregne konsekvensene som forurenset jord kan ha på grunnvann og resipient. Disse beregnede konsentrasjonene i grunnvann og resipient kan vurderes i forhold til når forurensingen får skadeeffekter på miljøet. Disse grenseverdiene kalles PNEC som står for "Predicted No Effect Concentration". $PNEC_{vann}$ kontrolleres mot miljøer hvor det finnes levende planter og dyr, og det er i Nidelva. Tabell 2 viser denne sammenstilling mellom de beregnede konsentrasjoner i grunnvann og resipient (som er Nidelva) mot PNEC verdier.

Tabell 2: Beregning av konsentrasjoner i grunnvann og i resipient ut fra maksimums og middelverdier i jord basert på alle jordprøvene, og vurdert mot $PNEC_{vann}$ ("Predicted No Effect Concentration" for vann).

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			Beregnet kons. fra				Toksisitet		
	Antall prøver	Max	Middel	max jordkons.		middel jordkons.		$PNEC_{vann}$ er beregnet		
		$C_{s,max}$ (mg/kg)	$C_{s,middel}$ (mg/kg)	Grunnvann $C_{gw,max}$ (mg/l)	Resipient $C_{sw,max}$ (mg/l)	Grunnvann $C_{gw,mid}$ (mg/l)	Resipient $C_{sw,mid}$ (mg/l)	Kd (l/kg)	$PNEC_{jord}$ (mg/kg)	$PNEC_{vann}$ (mg/l)
Arsen	7	115	20,2	0,39	0,0000101	0,068	0,0000018	30	0,2	0,007
Kobber	7	134	30	0,03	0,0000007	0,006	0,0000002	500	10	0,020
Krom totalt (III + VI)	7	118	23	0,40	0,0000104	0,078	0,0000020	30	2	0,067

Røde verdier er over $PNEC_{vann}$ verdien. i.d. = ikke detektert. i.r. = ikke registrert

Tabell 2 viser at alle de beregnede konsentrasjonene for arsen, kobber og krom i grunnvannet har høyere konsentrasjoner enn $PNEC$ konsentrasjonene. De beregnede konsentrasjonene for Nidelva basert på alle de analyserte jordprøvene, er alle lavere enn $PNEC$ konsentrasjonene.

Forskjellene mellom beregnede verdier for grunnvann og Nidelva skyldes at forurensningene blir betydelig uttynnet fra grunnvann til elva. I Nidelva er det en teoretisk minimumsvannføring på over 3,4 millioner m³ per dag, mens tilførselen av grunnvann er fra et begrenset nedslagsfelt på ca. 70 mål. Tilførselen av grunnvann gjennom de forurensete massene vil være svært liten i forhold til vannstrømmen i Nidelva.

TILLEGG I 2010

Ved å benytte samme beregningsmetode som er benyttet for utregninger gjort i tabell 2, er det mulig å beregne en teoretisk konsentrasjon av de aktuelle stoffene i grunnvannet. Verdiene fra jordanalysene vist i tabell 1, brukes til beregning av henholdsvis bakgrunnskonsentrasjoner i grunnvannet (fra brønn 1 og 1A) og til forurensingen rett under brønn 2 (fra brønn 2 jordanalysen). Konsentrasjonene kan beregnes videre i grunnvannets dreneringsretning etter som forurensingen tynnes ut. For beregning av bakgrunnsverdiene for området, så settes uttynningen til null. De benyttede inngangsverdier er vist i tabell 1, og beregningene er vist i vedlegg 3. Tabell 3 viser en oversikt med disse beregningene.

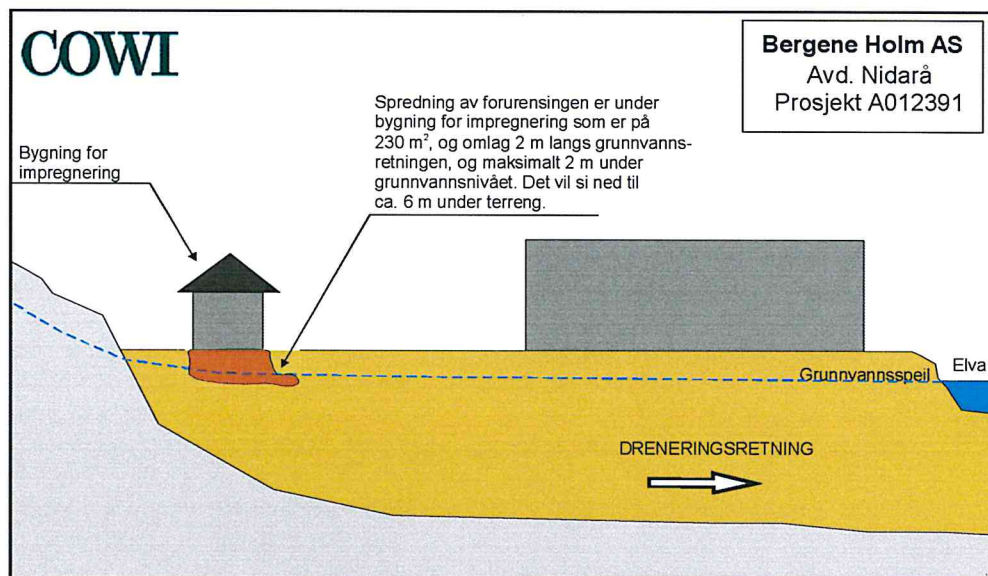
Tabell 3: Beregning av konsentrasjoner i grunnvann basert på jordprøver tatt av bakgrunnsjord og i brønn 2. Alle verdier i mg/l. Vedlegg 3 viser grunnlaget for beregningene.

Stoffer	Beregnete verdier ved brønn 2	Beregnete verdier 2 m nedstrøms brønn 2	Beregnete verdier 20 m nedstrøms brønn 2	Beregnete verdier fra bakgrunnsverdier	$PNEC$ for vann
Arsen	0,22	0,16	0,05	0,17	0,007
Kobber	0,015	0,01	0,0036	0,013	0,02
Krom	0,22	0,17	0,05	0,21	0,067

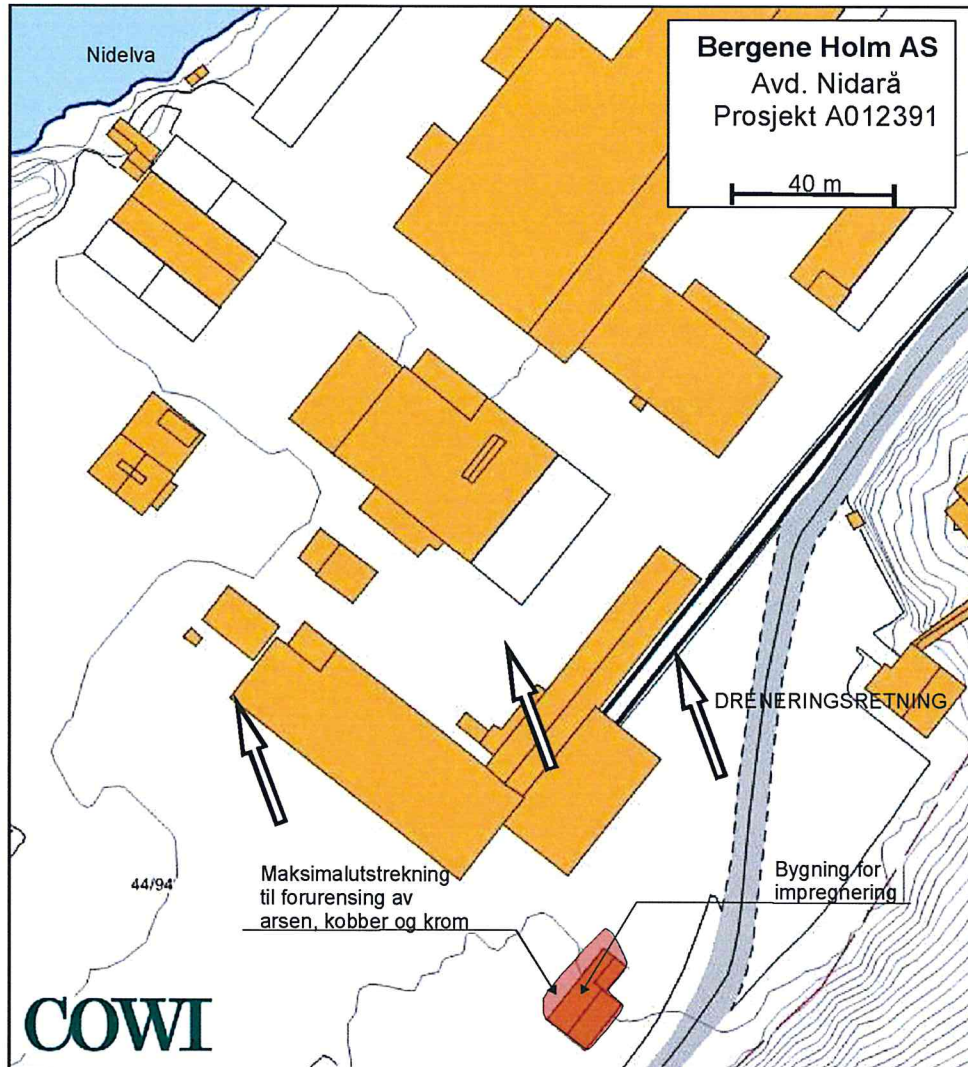
Tabell 3 viser at rett under bygget for impregnering, så er teoretisk konsentrasjon for arsen, kobber og krom på henholdsvis 0,22 mg/l, 0,15 mg/l og 0,22 mg/l. Basert på bakgrunnsverdiene for jord i området (tabell 1) viser tabell 3 at de beregnede bakgrunnsverdiene i grunnvannet for arsen, kobber og krom er på henholdsvis 0,17 mg/l, 0,013 mg/l og 0,21 mg/l. Det betyr at bakgrunnsverdiene for grunnvannet i området er over PNEC for vann.

Med samme beregningsmodell er det mulig å beregne konsentrasjonene for ulike avstander fra kilden. Tabell 3 viser konsentrasjonene for de tre stoffene etter 2 m og etter 20 m. Etter 2 m er konsentrasjonene under bakgrunnsverdiene, og etter 20 m er de teoretiske verdiene sunket til ned mot PNEC for vann. De beregnede verdiene etter 20 m har ingen praktisk betydning, fordi konsentrasjonene ikke kan komme under bakgrunnsverdiene, men det gir en indikasjon på hvor raskt verdiene synker over noen få meter.

Figur 7 og 8 viser hvordan en maksimal utbredelse av forurensingen er spredd både i snitt og plan. Over grunnvannsspeilet vil forurensingen være i området under bygningen som ytterste begrensning. Når forurensingen når grunnvannet vil den maksimalt kunne komme 2 m mot dypet og mot elva før uttynning og rensing i de sandige massene gjør at konsentrasjonen er nede på nivå med konsentrasjonene til bakgrunnsverdiene.



Figur 7: Skissen viser hvordan forurensingen av arsen, kobber og krom maksimalt kan ha spredt seg ut fra impregneringsbygningen. Arealet defineres av selve bygningen, og så maksimalt med 2 m i grunnvannsretningen ut fra bygningens areal i retning mot elva, som er nord-nordvest. Utstrekning i dybden er maksimalt 2 m under grunnvannsspeilet, det vil si til maksimalt 6 m under terreng.



Figur 8: Skissen viser hvordan forurensingen av arsen, kobber og krom maksimalt kan ha spredt seg ut fra impregneringsbygningen. Arealet defineres av selve bygningen, og så maksimalt med 2 m i grunnvannsretningen ut fra bygningens areal i retning mot elva.

5.4 EKSPONERINGSANALYSE

Det undersøkte området blir og skal benyttes til industri formål. Grunnvannet skal ikke benyttes, og det skal heller ikke dyrkes grønnsaker. Området blir benyttet til fritidsfiske nå og antagelig i fremtiden. Forurenset grunnvann og overflatevann, vil bli godt uttynnet på grunn av Nidelva sin store vannføring. Det er allikevel riktig å ta høyde for eksponering av forurensing via inntak av fisk i analysen.

5.5 AREALBRUKSKATEGORI

Beregning av toleransedoser er tilpasset området. Problemstillingen ved Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad, gjelder i hovedsak industriarbeidere som jobber innendørs og/eller utendørs like ved impregneringsverket hvor alle overflater er tette. Den andre vurderingen som bør gjøres gjelder utendørs og hvor det ikke er tette overflater. Følgende arealbrukskategorier er aktuelle for området ved Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad;

1. **Arealbrukskategori 1;** Ute og innendørs ved impregneringsverket med tette overflater.
2. **Arealbrukskategori 2;** Utendørs uten tette overflater.

Undersøkellesområdet blir vurdert i forhold til disse arealbrukskategorier.

Arealbrukskategorier 1 er området like ved og inne i impregneringsverket, og hvor det er tette flater. Bygningen og området utenfor brukes kun av arbeidere som har normal 40 timer uke, men i utgangspunktet settes oppholdstiden for arbeiderne til 24 timer 365 dager i året. 100 % konsum av fisk fra Nidelva er tatt med i denne kategorien, men bruk av grunnvann og konsum av grønnsaker fra området er satt til null.

Arealbrukskategorier 2 er områder uten tette flater utendørs. Det er tatt med 100 % konsum av fisk fra Nidelva. 100 % konsum av fisk fra Nidelva, og 10 % konsum av grønnsaker fra området (30 % er standard), men ikke bruk av grunnvann fra området.

Det vil bli beregnet toleransedoser for kategori 1 og 2.

5.5.1 AREALBRUKSRELATERTE AKSEPTKRITERIER

De arealbruksrelaterte akseptkriterier skal i hovedsak sørge for at oppsatte miljømål tilfredsstilles. Med utgangspunkt i tilgjengelig informasjon om menneskets toleranse for ulike miljøgifter, er det mulig å beregne konsekvensene av forurensning i jordmasser på menneskene som oppholder seg i området.

De områdene som er kartlagt med analyser av jordprøver skiller med at det ene domineres av mye menneskelig aktivitet og tette flater, mens de andre domineres av lav aktivitet og uten tette flater.

Det er gjort vurdering av akseptkriterier i forhold til de to inndelingene av arealbrukskategori som er vist i kapittel 5.6.

5.6 HELSEBASERTE RISIKOVURDERING

5.6.1 VURDERING BASERT PÅ JORDPRØVER

Ved risikovurdering av forurenset grunn skal man i henhold til SFT sin veiledning 99:01A (Ref.01), først vurdere analyse verdiene opp mot SFT sine normverdier for

mest følsom arealbruk (trinn 1). Neste trinn i risikoanalysen er å utføre en såkalt utvidet risikoanalyse, det vil si at man beregner eksponeringen av de ulike stoffene som er over grenseverdien for følsom arealbruk (trinn 2).

Beregning av eksponering, eller total human eksponering, forutsetter en additiv virkning, og beregning av total eksponeringskonsentrasjon gjøres etter følgende formel:

$$C_{he} = \frac{1}{1/C_{is} + 1/C_{du} + 1/C_{id} + 1/C_{iv} + 1/C_{gw} + 1/C_{ig} + 1/C_{if}}$$

der:

- C_{is} er referanse jordkonsentrasjon for oralt inntak av jord.
- C_{du} er referanse jordkonsentrasjon for hudkontakt med jord.
- C_{id} er referanse jordkonsentrasjon for innånding av støv.
- C_{iv} er referanse jordkonsentrasjon for innånding av gasser.
- C_{iw} er referanse jordkonsentrasjon for inntak av drikkevann.
- C_{ig} er referanse jordkonsentrasjon for inntak av grønnsaker.
- C_{if} er referanse jordkonsentrasjon for inntak av fisk/skalldyr.

På anlegget er det to ulike arealbrukskategorier som er aktuelle for de jordprøvene som er analysert (se vurdering i kapittel 5.5). De aktuelle eksponeringsveiene for de ulike arealbrukskategoriene er vist i tabell 4.

Tabell 4: Aktuelle eksponeringsveier for ulike arealbrukskategorier.

Eksponeringsveier	Arealbruks-kategorier 1 Området like ved og inne i impregneringsverket, tetteflater	Arealbruks-kategorier 2 Områder uten tette flater utendørs
Oralt inntak av jord	Ikke mulig	Mulig, kun i helgene
Hudkontakt med jord	Ikke mulig	Mulig, hele året
Innånding av støv	Ikke mulig	Mulig, hele året
Innånding av gasser	Mulig, gjelder innendørs; 24 timer/dag, 365 dager/året	Ikke aktuelt utendørs
Inntak av drikkevann fra grunnvann	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt
Inntak av grønnsaker dyrket på området	Ikke aktuelt	Ikke aktuelt
Inntak av fisk/skalldyr	Mulig, fiske fra Nidelva. Satt til 100 % av total konsum av fisk	Mulig, fiske fra Nidelva. Satt til 100 % av total konsum av fisk

Basert på de aktuelle eksponeringsveiene kan stedsspesifikke akseptkriterier beregnes, og blir nye normverdiene som er justert for området. Disse beregnede verdiene er vist i tabell 5.

Tabell 5: Arealbruksrelaterte akseptkriterier (helsebaserte) for aktuelle arealbrukskategorier for Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad. Alle verdier i mg/kg tørrstoff.

Stoff	Trinn 1	Trinn 2	
	SFTs norm	Arealbruks-kategorier 1 Området like ved og inne i impregneringsverket, tetteflater	Arealbruks-kategorier 2 Områder uten tette flater utendørs
	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)
Arsen	2	227	10,6
Krom (tot.)	25	3 263 901	25
Kobber	100	365 593 818	216 849

Ved å sammenligne de beregnede grenseverdiene for trinn 2 med de analyserte stoffene, kan man finne hvilke stoffer som vil være en helserisiko i forhold til de stedsspesifikke akseptkriteriene. Tabell 6 og 7 viser sammenligning mellom konsentrasjonene i alle jordprøvene og de stedsspesifikke akseptkriteriene.

Tabell 6: Alle jordprøver vurdert mot normverdier for trinn 2. Overskridelser for trinn 2 er uthevet med farge til laveste grenseverdi. Alle enheter i mg/kg TS. Prøvene er tatt fra området for nye Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad og samlet inn den 28.06.06,

ELEMENT	Br. 1A	Br. 1	Br. 2	Br. 3	Felt A	Felt B	Felt C	Trinn 1 Norm verdi SFT	Trinn 2	
									Arealbr. kate. 1	Arealbr. kate. 2
Arsen	4,99	0,77	115	2,19	2,60	5,95	9,85	2	227	10,6
Krom	6,25	4,04	118	8,98	4,53	11,2	8,71	25	i.r.	25
Kobber	6,44	4,75	134	4,98	4,80	33,6	21,6	100	i.r.	i.r.

i.r. Ikke relevant. Enkelte av grenseverdiene blir så høye at det ikke har noen relevans. Se tabell 5 for detaljer.

Tabell 7: Oppsummering av tabell 6.

Stoff	Trinn 2	Trinn 2
	Området like ved og inne i impregneringsverket, tetteflater Arealbr. kat. 1	Områder uten tette flater utendørs Arealbr. kat. 2
Arsen	OK	Over grenseverdi
Krom	OK	OK
Kobber	OK	Over grenseverdi

Tabellene 6 og 7 viser at ut fra de beregnede stedsspesifikke akseptkriteriene som er beregnet for området ved anlegg på Simonstad, så er det avgjørende hvor de ulike arealbrukskategoriene skal gjelde. Hvis arealbrukskategori 1 skal gjelde for området ved brønn 2, og eventuelt arealbrukskategori 2 for alle andre steder, så er det ikke behov for tiltak. Hvis arealbrukskategori 2 skal gjelde over alt, så må det gjennomføres tiltak ved Br. 2.

6.0 DISKUSJON

Vurderingene av analyseresultatene i forhold til de beregnede stedsspesifikke akseptkriteriene viser at det ikke vil være noen problemer med hensyn til inneklima. Tabell 6 og 7 viser at alle konsentrasjoner er under de beregnede stedsspesifikke akseptkriteriene i trinn 2, i forhold til inneklima.

Tabell 6 og 7 viser også at det kan bli et problem i forhold til områder uten tette flater, hvis konsentrasjoner i den størrelsesorden som er funnet i brønn 2 blir eksponert mot mennesker. Men fordi det er tett dekke ved brønn 2, så er det ikke nødvendig med tiltak i dette området.

Plasseringen av brønn 2 ble gjort med det utgangspunktet at den skulle påvise eventuell kildestyrke på eventuell forurensing ved impregneringsverket. Figur 3 og 9 viser hvordan brønn 2 er plassert like inntil impregneringsverket, og på nedstrøms side i forhold til grunnvannsbevegelse. Det er den øverste meteren av profilet som er analysert. Plassering og dybde skulle indikere at det er stor sannsynlighet for at det er en kildestyrke av forurensingen som er påvist i prøven Br. 2 (0 – 1m).



Figur 9: Bilde viser hvordan prøvetakingen ble tatt så nært inntil impregneringsverket som mulig.

Det er kun massene ved brønn 2 som representerer et forureningsproblem. Ved brønn 3 som ligger ca. 40 m lengre nedstrøms, er det registrert konsentrasjoner i jord på nivå med bakgrunnsprøvene; Br. 1 og Br. 1A (se tabell 1).

Felt A som er en lagringsplass som er asfaltert, har lavere konsentrasjoner enn Br. 1 og Br. 1A. Felt B og C er lagringsplasser uten asfalt, og her er det registrert konsentrasjoner av arsen som ligger for høyt hvis barn skulle hatt tilgang til området på daglig basis. Det er muligheten for oralt inntak som kunne ha gitt et helseproblem,

men da skulle barnet hatt tilgang til arealet mer enn 6 timer om dagen i 104 dager i året. Krom og kobber i felt B og C er over bakgrunnsverdiene, men godt under normverdien for mest følsom arealbruk.

SFT sendte ut på høring den 16.10.07 et forslag til revidering av blant annet noen av normverdiene, og en av disse er arsen. I Sør-Norge er middelverdien for naturlig bakgrunnsverdi for arsen på 8,8 mg/kg (Ref. 02). Med en bakgrunnsverdi som er så høy, vil det bli et problem ved mange forurenset grunn undersøkelser på Sørlandet, fordi eksisterende normverdien bare er på 2 mg/kg for arsen. I *Forslag til endring av normverdiene* fra SFT (Ref. 03) blir forslaget for reviderte normverdier presentert. I dette forslaget er normverdien til arsen økt til 8 mg/kg (tillegg i 2010; dette er nå gjennomført).

Normverdien til arsen er nå 8 mg/kg. Hvis det ble gjennomført et tiltak hvor forurensing rundt brønn 2 ble fjernet, ville det ikke være behov for ytterligere tiltak på Bergene Holm AS sitt område på Simonstad, selv om det var ønskelig å legge for eksempel barnehage på området. Begrunnelsen er at gjennomsnittet for arsen ville ha vært 5,15 mg/kg for prøvepunktene Br. 3, felt A, B og C. Et analyseresultat fra et område defineres som ikke overskredet hvis gjennomsnittet av 4 til 10 analyser ligger under normverdien, og ingen enkeltverdier overskrider mer enn 100 % (Ref. 01).

TILLEGG I 2010

Ut fra jordproven tatt like i veggene av impregneringsbygget er det gjort beregninger av hvilke grunnvannskonsentrasjoner som kan forventes rett under impregneringsbygget. Disse konsentrasjonene er like over bakgrunnsverdiene i grunnvannet for området. Beregningene viser at etter 2 m fra området hvor forurensingen av arsen, kobber og krom treffer grunnvannet, så er konsentrasjonene sunket til bakgrunnsnivå.

Denne beregningsmetoden tar ikke høyde for at forurensingen vil ha en betydelig retensjon (rensing) over grunnvannsspeilet, men er kun en beregning av fortykning. Ut fra det kan det godt tenkes at forurensingen ikke når ned til grunnvannsspeilet i det hele tatt. Derfor bør utstrekningen av forurensingen, som er beregnet til 2 m, sees på som en maksimumsgrense.

7.0 KONKLUSJON

Det er påvist grunnforurensning ved Bergene Holm AS sitt anlegg på Simonstad. Det er gjennomført en trinn 2 undersøkelse i henhold til veileder (SFT, 99:01)(Ref. 01). Gjennomførte undersøkelser og vurdering av risiko har vist:

- Det er ikke behov for tiltak med den bruken som er av området i dag.
- Det er ingen helserisiko innendørs eller ute på området.
- Ut fra de observasjoner som er gjort på tomten til Bergene Holm sitt anlegg på Simonstad, vil ikke grunnforurensningen føre til helseproblemer ved konsum av fisk fra Nidelva.
- Ved eventuell håndtering av forurenset jordmasser på anlegget til Bergene Holm AS må det søkes om tillatelse til graving og håndtering av massene. Ved søknaden bør det være en plan for håndtering av massene og en beskrivelse av tiltakene.
- Utbredelsen til forurensningen avgrenses seg til under impregneringsbygget, og maksimalt 2 m videre nedover i grunnvannsretningen, og maksimum 2 m under grunnvannsspeilet.

Området er forurenset, men det er ikke behov for tiltak. Det skyldes at området hvor det er påvist høye konsentrasjoner av tungmetaller, ligger i et område med tett dekke (asfalt). Det tette dekke hindrer direkte fysisk kontakt med de forurensete massene og spredning av støv. Det er viktig å understreke at det alltid må være tett dekke over området med forurensning ved brønn 2, eventuelt at det utføres tiltak som fjerning av forurensningen.

I områdene uten tett dekke er det også påvist lignende forurensninger, men konsentrasjonene er her så små at det heller ikke gir behov for tiltak.

SFT sendte ut på høring den 16.10.07 et forslag om å øke normverdien for arsen fra 2 mg/kg til 8 mg/kg. Hvis dette høringsforslaget blir vedtatt, og det ble gjennomført et tiltak hvor forurensning rundt brønn 2 ble fjernet, ville det ikke være behov for ytterligere tiltak på Bergene Holm AS sitt område på Simonstad, selv om det var ønskelig å legge for eksempel barnehage på området. Begrunnelsen er at gjennomsnittet for arsen ville ha vært 5,15 mg/kg for prøvepunktene Br. 3, felt A, B og C. Et analyseresultat fra et område defineres som ikke overskredet hvis gjennomsnittet av 4 til 10 analyser ligger under normverdien, og ingen enkeltverdier overskrider mer enn 100 % (Ref. 01).

Området rundt brønn 2 krever tett dekke som nå, eller tiltak med fjerning av massene.

8.0 REFERANSER

- Ref. 01:** SFT 1999: Risikovurdering forurenset grunn. Veiledning, 99:01A
- Ref. 02:** SFT 1993: Datarapport for miljøgifter i Norge, 93:23
- Ref. 03:** SFT 2007: Forslag til endring av normverdiene,
http://www.sft.no/artikkel_41647.aspx

Vedlegg 1

Analyseresultater

From: Analytica AB, Hoffsvæien 1, 0275 Oslo.
Tlf. +47 2213 1800. Faks. +47 2252 5177. Email:
oslo@analytica.se
To: Sørlandskonsult AS*
Ref: Bergene Holm AS, Nidarø [toregil.larsen@sorlandskonsult.no]
Program: M2-N
Ordernumber: N0602254 (As, Cu, Cr)
Report created: 2006-07-07 by tove

		280606-1	280606-3	280606-9	280606-6	280606-		
		Br,1A, 0-	Br,1, 0-	Br,2, 0-	Br,3, 0-	14-17 Felt	280606-	280606-
		1m	1m	1m	1m	A	18 Felt B	19 Felt C
ELEMENT	SAMPLE	4669.400	4669.400	4669.400	4669.400	4669,400	4669,400	4669,400
		(Jord)	(Jord)	(Jord)	(Jord)	(Jord)	(Jord)	(Jord)
TS	%	92,5	92	90,4	93,1	93,3	83,7	87,6
	mg/kg							
As	TS	4,99	0,774	115	2,19	2,6	5,95	9,58
	mg/kg							
Cr	TS	6,25	4,04	118	8,98	4,53	11,2	8,71
	mg/kg							
Cu	TS	6,44	4,75	134	4,98	4,8	33,6	21,6

Please note: This report is preliminary and does not contain all relevant information.
For the definitive and complete reporting of the results, reference is made to the
corresponding written and signed report from Analytica.

Vedlegg 2

Risikoanalyse - stedsspesifikke akseptkriterier

Det er brukt to ulike arealkategorier i denne rapporten; se tabell vedlegg 2.1 og vedlegg 2.2.

Tabell vedlegg 2.1: Stedsspesifikke betingelser for Området like ved og inne i impregneringsverket, tetteflater.

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 8	0 UAKTUELL	Kun i helgene kan dette skje
Eksponeeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	0 8	0 UAKTUELL	Kun i helgene kan dette skje
Eksponeeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 8	0 UAKTUELL	
Eksponeeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	0 8	0 UAKTUELL	
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 24	0 UAKTUELL	
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	0 24	0 UAKTUELL	
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	365 24	dager/år timer/dag	Kun i helgene kan dette skje
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	365 24	dager/år timer/dag	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	100 %		

Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	0_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	0_a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	0_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	f_{oc}	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	θ	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m^3	
Areal under huset	A	100	100	m^2	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d^{-1}	
Innlekkingshastighet av poreluft	L	2,4	2,4	m^3/d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,5	0,5	m	
Diffusiviteten i ren luft	D_0	0,7	0,7	m^2/d	
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,00001 315,36	0,00001 315,36	m/s m/år	
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	50	m	
Infiltrasjons faktor	IF	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	1230	mm/år	Stasjonen på Nelaug
Infiltrasjonshastigheten	I	0,0751389	0,213319	m/år	Beregnet ($IF \cdot P^2$)
Hydraulisk gradient	i	0,02	0,005	m/m	Tatt fra kart
Tykkelsen av akviferen	d_a	10	10	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5,8697689	10	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	500000	1,26E+09	$m^3/år$	Beregnet fra minste vannføring i Nidel
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	7,34	350	m	Målt på kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrømning	Q_{di}	271,74006	5518,8	$m^3/år$	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)

Tabell vedlegg 2.2: Stedsspesifikke betingelser for områder uten tette flater utendørs

Tabell I. Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gull felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)				
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	104 dager/år 6 timer/dag		Kun i helgene kan dette skje
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	104 dager/år 6 timer/dag		Kun i helgene kan dette skje
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	80 dager/år 8 timer/dag		
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	45 dager/år 8 timer/dag		
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	365 dager/år 24 timer/dag		
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	365 dager/år 24 timer/dag		
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	365 dager/år 24 timer/dag		
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	365 dager/år 24 timer/dag		
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	100 %		

Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	η_w	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	η_a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	η_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	f_{oc}	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	η	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m^3	
Areal under huset	A	100	100	m^2	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d^{-1}	
Innlekkingshastighet av poreluft	L	2,4	2,4	m^3/d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,5	0,5	m	
Diffusiviteten i ren luft	D_o	0,7	0,7	m^2/d	
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,00001 315,36	0,00001 315,36	m/s m/år	
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	50	m	
Infiltrasjons faktor	IF	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	1230	mm/år	Stasjonen på Nelaug
Infiltrasjonshastigheten	I	0,0751389	0,213319	m/år	Beregnet ($IF \cdot P^2$)
Hydraulisk gradient	i	0,02	0,005	m/m	Tatt fra kart
Tykkelsen av akviferen	d_a	10	10	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5,8697689	10	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	500000	1,26E+09	$m^3/år$	Beregnet fra minste vannføring i Nid
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	7,34	350	m	Målt på kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrøming	Q_{di}	271,74006	5518,8	$m^3/år$	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)

Tabell vedlegg 2.3: Vurdering av akseptkriterier – for området like ved og inne i impregneringsverket, tetteflater. Arealbrukskategori 1.

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 2														
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	TRINN 1		Helseisiko			Beregnet kons. fra max jordkons.					Beregnet kons. fra middel jordkons.				
				Norm-verdi jord (mg/kg)	C _{s, max} overskrider norm-verdi	C _{he} aktuell arealbruk (mg/kg)	C _{s, max} overskrider C _{he}	Grunnvann C _{gw, max} (mg/l)	Resipient C _{sw, max} (mg/l)	Innen-dørsluft C _{ia, max} (mg/l)	Grønn-saker C _{g, max} (mg/kg)	Fisk C _{f, max} (mg/l)	Grunnvann C _{gw, mid} (mg/l)	Resipient C _{sw, mid} (mg/l)	Innen-dørsluft C _{ia, mid} (mg/l)	Grønn-saker C _{g, mid} (mg/kg)	Fisk C _{f, mid} (mg/l)	
Arsen	7	115	20,1934	2	5650 %	227,080104	-49 %	2E+00	7E-06	0	9E-02	1E-03	3E-01	1E-06	0	2E-02	2E-04	
Kobber	7	134	30,0243	100	34 %	3263901,46	-100 %	1E-01	5E-07	0	3E-02	4E-03	2E-02	1E-07	0	6E-03	1E-03	
Krom totalt (III + VI)	7	118	23,1014	25	372 %	365593818	-100 %	2E+00	7E-06	0	4E-02	7E-05	3E-01	1E-06	0	8E-03	1E-05	

Tabell vedlegg 2.4: Vurdering av akseptkriterier – område uten tette flater utendørs. Arealbrukskategori 2.

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 2														
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	TRINN 1		Helseisiko			Beregnet kons. fra max jordkons.					Beregnet kons. fra middel jordkons.				
				Norm-verdi jord (mg/kg)	C _{s, max} overskrider norm-verdi	C _{he} aktuell arealbruk (mg/kg)	C _{s, max} overskrider C _{he}	Grunnvann C _{gw, max} (mg/l)	Resipient C _{sw, max} (mg/l)	Innen-dørsluft C _{ia, max} (mg/l)	Grønn-saker C _{g, max} (mg/kg)	Fisk C _{f, max} (mg/l)	Grunnvann C _{gw, mid} (mg/l)	Resipient C _{sw, mid} (mg/l)	Innen-dørsluft C _{ia, mid} (mg/l)	Grønn-saker C _{g, mid} (mg/kg)	Fisk C _{f, mid} (mg/l)	
Arsen	7	115	20,1934	2	5650 %	10,57244	988 %	2E+00	7E-06	0	9E-02	1E-03	3E-01	1E-06	0	2E-02	2E-04	
Kobber	7	134	30,0243	100	34 %	216848,5	-100 %	1E-01	5E-07	0	3E-02	4E-03	2E-02	1E-07	0	6E-03	1E-03	
Krom totalt (III + VI)	7	118	23,1014	25	372 %	25	372 %	2E+00	7E-06	0	4E-02	7E-05	3E-01	1E-06	0	8E-03	1E-05	

Vedlegg 3

Vurdering av forurensningsspredning - Transport og reaksjonsmekanismer

Tabell vedlegg 3.1 og 3.2: Benyttede verdier og resultat for beregning av forureningskonsentrasjoner ved kilden.

Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	ω_w	0,2	0,1	l vann/l jord	Fra jordprøve
Luftinnhold i jord	ω_a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	ω_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	f_{oc}	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	ω	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i Inneøsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	240	m^3	
Areal under huset	A	100	100	m^2	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d^{-1}	
Innlekkingshastighet av poreluft	L	2,4	2,4	m^3/d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,5	0,5	m	
Diffusiviteten i ren luft	D_o	0,7	0,7	m^2/d	
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,00001 315,36	0,0001 3153,6	m/s m/år	Justert for sand
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurenende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	6	m	Målt fra kart
Infiltrasjons faktor	IF	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	1230	mm/år	Stasjonen på Nelaug
Infiltrasjons hastigheten	I	0,0751389	0,213319	m/år	Beregnet ($IF \cdot P^2$)
Hydraulisk gradient	i	0,02	0,01	m/m	Antatt for området
Tykkelsen av akviferen	d_a	10	4	m	Gjennomsnitt
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5,8697689	0,675361	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{sw}	500000	1,26E+09	$m^3/år$	Beregnet fra minstevannføring i Nidelva
Bredden av det forurenende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	7,34	350	m	Målt fra kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrømning	Q_g	271,74006	7454,363	$m^3/år$	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			Beregnet kons. fra max jordkons.		Beregnet kons. fra middel jordkons.		Toksisitet		
	Antall prøver	Max	Middel	Grunnvann	Resipient $C_{gw, max}$	Grunnvann	Resipient $C_{gw, mid}$	Kd (l/kg)	PNEC _{vann} er beregnet	
		$C_{s, max}$ (mg/kg)	$C_{s, middel}$ (mg/kg)	$C_{gw, max}$ (mg/l)	max (mg/l)	$C_{gw, mid}$ (mg/l)	(mg/l)		PNEC _{ord} (mg/kg)	PNEC _{vann} (mg/l)
Arsen	1	115	115,0	0,216880	0,000001282	0,216880	0,000001282	30	0,2	0,007
Kobber	1	134	134	0,015191	0,000000090	0,015191	0,000000090	500	10	0,020
Krom totalt (III + VI)	1	118	118	0,222538	0,000001315	0,222538	0,000001315	30	2	0,067

Røde verdier er over PNEC_{vann} verdien. i.d. = ikke detektert. i.r. = ikke registrert

Tabell vedlegg 3.3: Forureningskonsentrasjoner 2m etter kilden.

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			Beregnet kons. fra max jordkons.		Beregnet kons. fra middel jordkons.		Toksisitet		
	Antall prøver	Max	Middel	Grunnvann	Resipient $C_{gw, max}$	Grunnvann	Resipient $C_{gw, mid}$	Kd (l/kg)	PNEC _{vann} er beregnet	
		$C_{s, max}$ (mg/kg)	$C_{s, middel}$ (mg/kg)	$C_{gw, max}$ (mg/l)	max (mg/l)	$C_{gw, mid}$ (mg/l)	(mg/l)		PNEC _{ord} (mg/kg)	PNEC _{vann} (mg/l)
Arsen	1	115	115,0	0,164986	0,000001281	0,164986	0,000001281	30	0,2	0,007
Kobber	1	134	134	0,011556	0,000000090	0,011556	0,000000090	500	10	0,020
Krom totalt (III + VI)	1	118	118	0,169290	0,000001314	0,169290	0,000001314	30	2	0,067

Røde verdier er over PNEC_{vann} verdien. i.d. = ikke detektert. i.r. = ikke registrert

Tabell vedlegg 3.4: Forureningskonsentrasjoner 20m etter kilden.

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			Beregnet kons. fra max jordkons.		Beregnet kons. fra middel jordkons.		Toksisitet		
	Antall prøver	Max	Middel	Grunnvann	Resipient $C_{gw, max}$	Grunnvann	Resipient $C_{gw, mid}$	Kd (l/kg)	PNEC _{vann} er beregnet	
		$C_{s, max}$ (mg/kg)	$C_{s, middel}$ (mg/kg)	$C_{gw, max}$ (mg/l)	max (mg/l)	$C_{gw, mid}$ (mg/l)	(mg/l)		PNEC _{ord} (mg/kg)	PNEC _{vann} (mg/l)
Arsen	1	115	115,0	0,052319	0,000001278	0,052319	0,000001278	30	0,2	0,007
Kobber	1	134	134	0,003665	0,000000090	0,003665	0,000000090	500	10	0,020
Krom totalt (III + VI)	1	118	118	0,053684	0,000001311	0,053684	0,000001311	30	2	0,067

Røde verdier er over PNEC_{vann} verdien. i.d. = ikke detektert. i.r. = ikke registrert

Tabell vedlegg 3.5 og 3.6: Benyttede verdier og resultat for beregning av bakgrunnskonsentrasjoner i området.

Tabell II. Transport og reaksjonsmekanismer (tabell 21 s.99 i SFT 99:01A; Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	H _w	0,2	0,1	l vann/l jord	Fra jordprøve
Luftinnhold i jord	H _a	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	H _b	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	f _{oc}	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	H	40 %	40 %		
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft					
Innvendig volum av huset	V _{hus}	240	240	m ³	
Areal under huset	A	100	100	m ²	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d ⁻¹	
Innlekkingshastighet av poreluft	L	2,4	2,4	m ³ /d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,5	0,5	m	
Diffusiviteten i ren luft	D ₀	0,7	0,7	m ² /d	
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,00001 315,36	0,0001 3153,6	m/s m/år	Justert for sand
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L _{gw}	50	6	m	Målt fra kart
Infiltrasjons faktor	IF	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	1230	mm/år	Stasjonen på Nelaug
Infiltrasjonshastigheten	I	0,0751389	0,213319	m/år	Beregnet (IF · P ²)
Hydraulisk gradient	i	0,02	1E-21	m/m	Skal være nesten lik null for beregning av bakgrunn, ikke uttynning
Tykkelsen av akviferen	d _a	10	4	m	Gjennomsnitt
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d _{mix}	5,8697689	4	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q _{sw}	500000	1,26E+09	m ³ /år	Beregnet fra minstevannføring i Nidelva
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L _{sw}	7,34	350	m	Målt fra kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrømning	Q _{dl}	271,74006	4,42E-15	m ³ /år	Beregnet (k · i · d _{mix} · L _{sw})

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			Beregnet kons. fra max jordkons.		Beregnet kons. fra middel jordkons.		Toksisitet		
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Grunnvann C _{gw max} (mg/l)	Resipient C _{sw max} (mg/l)	Grunnvann C _{gw mid} (mg/l)	Resipient C _{sw mid} (mg/l)	Kd (l/kg)	PNEC _{vann} er beregnet PNEC _{vann} = PNEC _{jord} /Kd	
									PNEC _{jord} (mg/kg)	PNEC _{vann} (mg/l)
Arsen	2	4,99	2,9	0,166008	0,000000000	0,095879	0,000000000	30	0,2	0,007
Kobber	2	6,44	6	0,012878	0,000000000	0,011189	0,000000000	500	10	0,020
Krom totalt (III + VI)	2	6,25	5	0,207926	0,000000000	0,171164	0,000000000	30	2	0,067

Røde verdier er over PNECvann verdien. i.d. = ikke detektert. i.r. = ikke registrert