

Resipientundersøkelse
i Stokksundet
utenfor Svartasmoget avfallsdeponi
i Fitjar kommune
2004



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

768

Et samarbeide med





Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Resipientundersøkelse i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi i Fitjar kommune 2004

FORFATTERE:

Bjarte Tveranger, Geir Helge Johnsen og Oddmund Soldal (Interconsult ASA)

OPPDRAAGSGIVER:

Sunnhordland interkommunale miljøverk (SIM), Svartasmoget, 5419 Fitjar

OPPDRAGET GITT:

6. mai 2004

ARBEIDET UTFØRT:

2004

RAPPORT DATO:

24.januar 2005

RAPPORT NR:

768

ANTALL SIDER:

47

ISBN NR:

ISBN 82-7658-402-0

EMNEORD:

- Resipientvurdering
- Avfallsdeponi
- Sjø-områder
- Fitjar kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-MVA
www.radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 **Telefax:** 55 31 62 75 **E-post:** post@radgivende-biologer.no

Forsidefoto: Feltarbeid fra "Britt Evelyn" midt i Stokksundet 22.juni 2004.

FORORD

Rådgivende Biologer AS og Interconsult ASA har på oppdrag fra Sunnhordland interkommunale miljøverk (SIM), gjennomført en resipientundersøkelse av sjøområdet Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi i Fitjar kommune 22. juni 2004. Undersøkelsen utgjør en av de rutinemessige fire-årige undersøkelsene. I tillegg ble det hentet inn ytterligere prøver 1. desember 2004.

Miljøriskovurderinger for avfallsdeponi uten dobbel bunntetting blir utført i tre trinn i henhold til SFTs veileder TA-1995/2003. **Trinn 1** omfatter karakterisering av avfall og sivevann, og dersom det viser seg at konsentrasjonene av enkelte parametre i sivevannet overskrider terskelverdier angitt i veilederen, skal en gå videre til **trinn 2**: transportkarakterisering og vannbalanse. Dette omfatter beregning av vanngjennomstrømming i deponiet, generering av sivevann og estimat av ukontrollert lekkasje. Dersom den ukontrollerte lekkasjen er større enn 5 % må en gå videre til **trinn 3**: Resipientkarakterisering, der en vurderer sivevannet sin påvirkning i resipienten. Avfallsdeponiet i Svartasmoget har ikke mer enn 5% ukontrollert lekkasje, og denne resipientundersøkelsen følger derfor ikke som et nødvendig trinn 3.

Det ble foretatt en feltbefaring 22. juni 2004, med måling av profiler i vannsøylen, innsamling av vannprøver for bestemmelse av oksygeninnhold, prøver for analyse av sedimentkvalitet, innhold av miljøgifter samt bunnfauna på fem Stasjoner utenfor avløpet, samt samlet inn blåskjell for analyse av miljøgifter fra tre områder. Det ble også gjort en enkel fjæresoneanalyse med fotodokumentasjon i strandsonen nedenfor Svartasmoget. For å dobbelkontrollere noen av analyseresultatene, ble det samlet inn tilleggsprøver av sediment fra to av Stasjonene i Stokksundet 1. desember 2004.

Undersøkelsen er gjennomført i henhold til gjeldende Norske Standarder NS 9410, NS 9422 og NS 9423, og opplegg og prøvetaking er basert på tilsvarende tidligere undersøkelser utført i 1996 og 2000 (Tvedten m. fl. 1997, Botnen m. fl. 2000 og Johansen m. fl. 2001).

De innsamlete sedimentprøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS, mens det også er levert parallelle sedimentprøver fra 1. desember til det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS. Bunndyrprøvene er sortert av Christine Johnsen og undersøkt av Lindesnes Biolab ved cand.scient. Inger Dagny Saanum, mens kornfordeling i sedimentet er analysert ved M-LAB AS i Stavanger. Hydrografiske profiler ble innsamlet med et nedsenkbart YSI-instrument.

Rådgivende Biologer AS takker Olaug og Tormod Godøy for en fin feltdag ombord i "Britt Evelyn" 22. juni 2004, Øystein Waage med båt 1. desember og SIM ved Tore Svane for oppdraget.

Bergen, 24. januar 2005.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	Side 2
Innholdsfortegnelse	Side 2
Sammendrag	Side 3
Innledning	Side 4
Områdebeskrivelser	Side 6
Metode	Side 10
Miljøtilstand i Stokksundet 2004	Side 15
Vurdering av tilstand og utvikling	Side 29
Referanser	Side 38
Vedleggstabeller	Side 40

SAMMENDRAG

TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2005.

Resipientundersøkelse i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi i Fitjar kommune 2004. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 768, 47 sider, ISBN 82-7658-402-0.

Rådgivende Biologer AS har gjennomført en resipientundersøkelse av sjøområdet i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi i Fitjar kommune 22. juni 2004. Arbeidet er utført i henhold til NS 9422 og 9423, elementer fra NS 9410, samt at vurdering er utført også i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997). På grunn av resultatenes beskaffenhet, ble det samlet inn tilleggsprøver av sediment fra to av Stasjonene i Stokksundet 1. desember 2004

Det er gjennomført undersøkelser av sammensetningen av plante- og dyrelivet på tre lokaliteter i strandsonen utenfor avfallsdeponiet, sediment og bunnfauna fra fem ulike stasjoner i Stokksundet, samt innhold av miljøgifter i blåskjell fra strandsonen utenfor deponiet, ved utslippstedet samt på en referansestasjon på andre siden av fjorden. Undersøkelsen er en oppfølging av to tilsvarende tidligere undersøkelser (Tvedten m. fl. 1997, Botnen m. fl. 2000 og Johansen m. fl. 2001). En femte stasjon inne i Storevikvågen ble undersøkt for første gang.

Det er god vannutskifting til bunns rundt utslippspunktet, og utslippet ligger i en skrånende bakke med god vannutskifting nedover mot et dypvannsbasseng mot vest. Det ble observert full oksygenmetning nedover i vannsøylen. De undersøkte sedimentprøvene hadde en fysisk sammensetning som i hovedsak gjenspeiler dette. Bare midt ute i Stokksundet ca 800 m nordvest for avløpet (stasjon 3) var det sedimenterende forhold der andelen silt og leire var høy.

Undersøkelsen i juni 2004 viste at sedimentene i sjøområdet innenfor Svartasmogets nærsone (stasjon 1 nedenfor Svartasmoget, stasjon 2 og 4 i området rundt det gamle og nye utslippstedet) samt i Svartasmogets fjernsone (stasjon 3 ved det dypeste ute i resipienten) er lite til moderat påvirket av utslippet fra Svartasmoget avfallsdeponi. Sedimentkvaliteten var i all hovedsak som forventet i forhold til naturtilstand, og bunnfaunaen var relativt rik og mangfoldig. Det var ingen vesentlig forskjell i tilstand fra de forrige undersøkelsene i 1996 og 2000.

På alle fem stasjonene ble det funnet fra små til moderate mengder metaller og moderate mengder av miljøgiftene PAH. tilsvarende SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig- lite forurenset" for alle metaller og PAH-stoffer på stasjon 1, 2, 4 og 5. På stasjon 3 ute i Stokksundet ble det funnet noe forhøyete verdier av tungmetallene kvikksølv og bly og PAH-stoffer tilsvarende SFTs miljøtilstand II= "moderat forurenset" Disse resultatene samsvarer med det som ble funnet ved forrige undersøkelse i 2000.

Noe overraskende ble det i juni 2004 funnet svært høye nivåer av PCB på stasjon 4 ved utløpet og på stasjon 3, ved det dypeste ute i resipienten. Her ble det også funnet et svært høyt nivå av DDT. Nivåene av PCB og DDT fra juniprøven tilsvarende SFTs miljøtilstand V="meget sterkt forurenset". Nye sedimentprøver fra desember 2004 av de aller yngste og øvre sedimentlagene viste imidlertid at dette må representere eldre tilførsler, og at tilstanden i resipienten ikke er vesentlig endret fra tidligere undersøkelser. PCB og PAH tilføres Stokksundet også fra en rekke andre kilder enn sivevannet fra Svartasmoget, og DDT stammer sannsynligvis fra en nedlagt pelsdyrfarm i ved Storevikvågen.

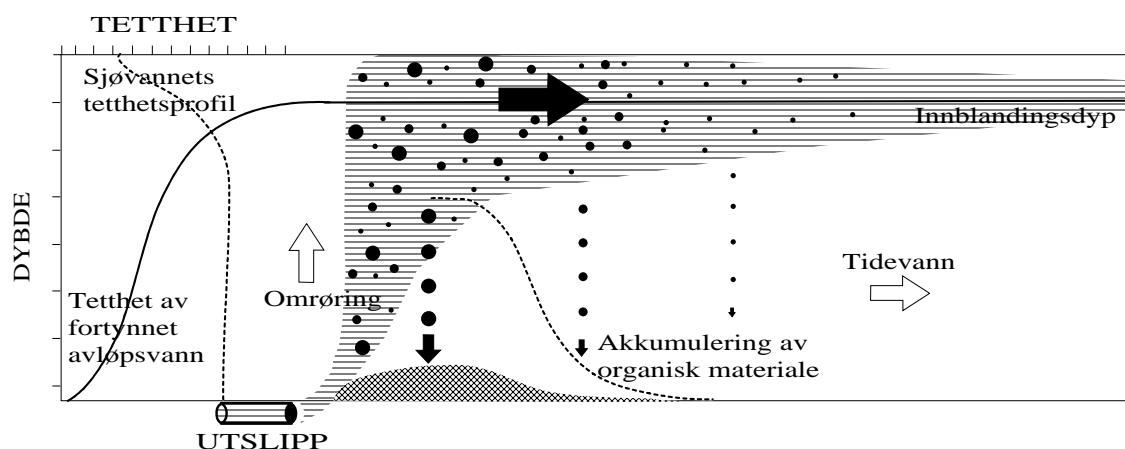
Resultatene fra denne undersøkelsen indikerer ingen endring av miljøkvalitet med hensyn på sedimentkvalitet, innhold av metaller og miljøgiftene PAH i sediment, kvaliteten på dyresamfunnet eller sammensetningen av plante- og dyrelivet i strandsonen utenfor deponiet. Storevikvågen virket tilnærmet helt upåvirket av driften fra deponiet. Innhold av metaller og PAH i blåskjell var lavt på to steder nedenfor deponiet og i området ved utslippet og ett sted på andre siden av Stokksundet motsatt deponiet.

Vurdert i henhold til EUs Vannrammedirektiv, vil den økologiske status til de undersøkte områdene i Stokksundet, ved utslippet fra Svartasmoget avfallsdeponi, i 2004 ligge godt innenfor "**god økologisk status**", og det vil dermed ikke pålegge "problemeier" behov og ansvar for opprydding innen år 2015.

INNLEDNING

Avløp fra avfallsdeponier bidrar med tilførsler av en rekke stoffer via sigevannet til resipienten. Innholdet av ulike stoffer i sigevannet vil i stor grad variere i forhold til sigevannsproduksjonen, der det ofte er en relativt god sammenheng mellom sigevannsmengde og konsentrasjoner av de dominerende stoffer i sigevannet.

Et slikt sigevannsutslipp til en sjøresipient vil vanligvis bli spredd svært effektivt avhengig av stømforholdene ved utslippspunktet. Fordi utslippet har lavere tetthet enn sjøvannet, vil det stige mot overflaten til et gitt innlagringsdyp, og de vannløste stoffene vil bli spredd med strømmen (**figur 1**). Dersom slike tilførsler når overflatevannet, vil effektene kunne måles ved vannprøvetaking ved utslippet og ved undersøkelse av tang og skjell langs land i området ved utslippet.



Figur 1. Prinsippskisse for et sigevannsutslipp i sjø, uten gjennomslag til overflaten og kun lokal sedimentering av organiske tilførsler i resipientens umiddelbare nærhet til utslippspunktet.

Ved et sigevannsutslipp vil også de finpartikulære tilførslene og ikke partikkelbundne stoff spres effektivt vekk fra utslippstedet med tidevannet og det utstrømmende brakkvannet i fjorden. Bare de største partiklene vil sedimentere lokalt ved selve utslippet. Lenger bort fra utslippet vil strømhastigheten etter hvert avta og være avhengig av de generelle strømforholdene i sjøområdet. Det vil da være mer “sedimenterende forhold” ettersom vannhastigheten avtar, og partikler med stadig mindre størrelse vil sedimentere ut. Det er derfor en vanligvis skal ta prøver av sedimentet ved det dypeste i en resipient, fordi det her vil være sedimentert mer stoff også over lengre tid.

Organisk materiale som blir tilført et sjøområde akkumulerer således på bunnen ved det dypeste i resipienten. Dette er en naturlig prosess, som kan øke i omfang dersom store mengder organisk materiale tilføres. Store eksterne tilførsler av organisk nedbrytbart materiale til dypvannet i sjøområdene vil kunne øke oksygenforbruket i dypvannet. Dersom oksygenet i dypet er brukt opp, vil sulfatreduserende bakterier fortsette nedbrytingen, og den giftige gassen hydrogensulfid (H_2S) dannes. Dyreliv vil ikke forekomme under slike betingelser. Mange sjøbasseng vil også fra naturens side ha en balanse som gjør at slike situasjoner vil opptre uten ekstra ytre påvirkning. Det behøver derfor ikke være et tegn på “overbelastning” at det forekommer hydrogensulfid i dypvannet og i sedimentene. I Stokksundet vil det ikke bli oksygenfrie forhold nedover i dypet, fordi vannmassene ikke er stengt inne bak noen lokal terskel. Glødetap er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10% eller mindre i sedimentet der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sedimentet der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at den biologiske nedbrytingen ikke greier

å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Innhold av organisk karbon (TOC) i sedimentet er et annet mål på mengde organisk stoff, og dette er vanligvis omtrent 0,4 x glødetapet. Den forventede naturtilstanden for sedimenter i sjøbasseng der det er gode nedbrytingsforhold ligger på rundt 30 mg C/g eller under.

Sedimentprøvene og bunndyrprøvene fra de dypeste områdene i de undersøkte sjøbassengene gjenspeiler disse forholdene på en utfyllende måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie forhold, vil ikke ha noe dyreliv av betydning i de dypeste områdene, og vil dermed ha en sterkt redusert nedbryting av organisk materiale på bunnen. Da vil innholdet av ikke-nedbrutt organisk materiale være høyt i sedimentprøver. Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet oversiktlige klassifikasjons-system for vurdering av disse forholdene. Det er også utviklet en standardisert prøvetakingsmetodikk for vurdering av belastning fra fiskeoppdrettsanlegg, der bunnsedimentet blir undersøkt med hensyn på tre sedimentparametre, som alle blir tildelt poeng etter hvor mye sedimentet er påvirket av tilførsler av organisk stoff.

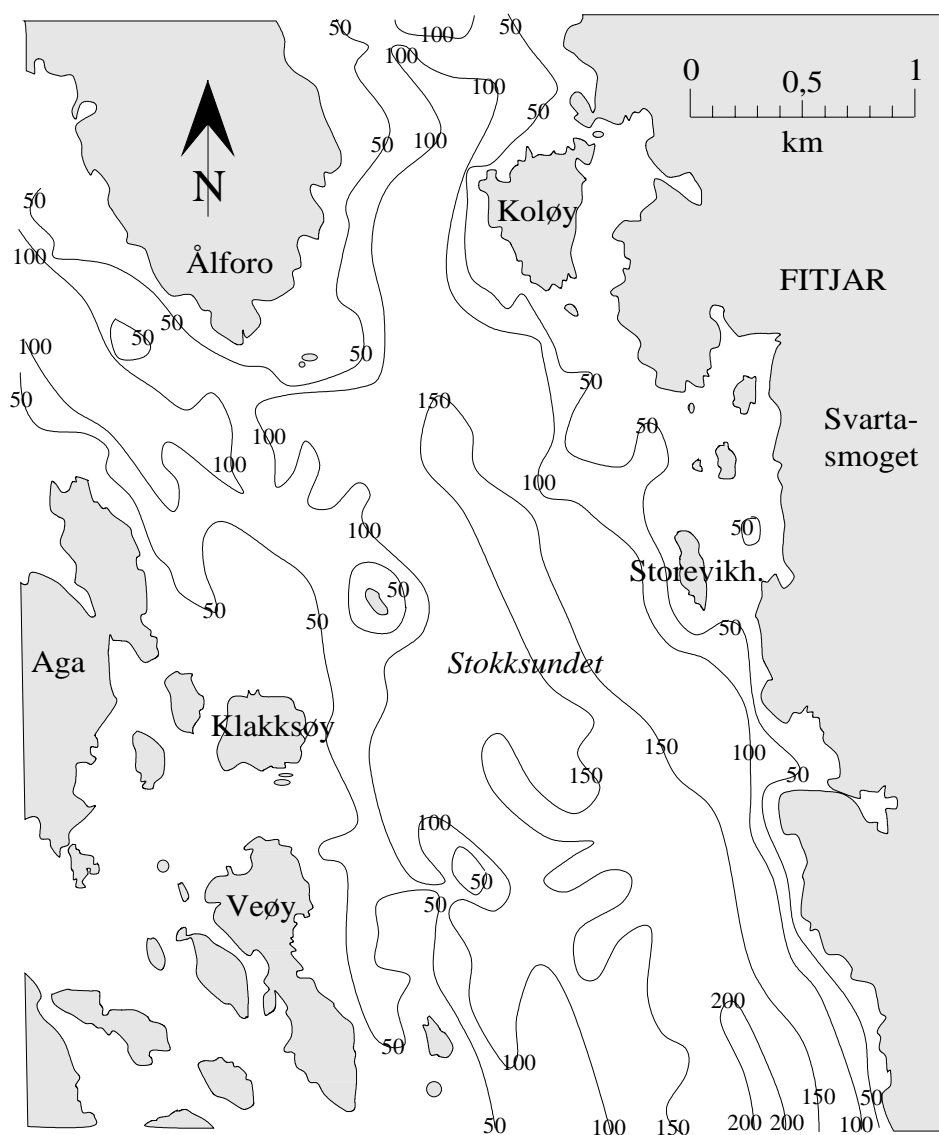
Fauna-undersøkelse (gruppe I) består i å konstatere om dyr større enn 1 mm er til stede i sedimentet eller ikke. Det blir ikke utført noen bestemming av organismene i felt, men prøvene er fiksert og tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemming. **Kjemisk undersøkelse (gruppe II)** av surhet (**pH**) og redokspotensial (**Eh**) i overflaten av sedimentet blir gitt poeng etter en samlet vurdering av pH og Eh etter spesifisert bruksanvisning i NS 9410. **Sensorisk undersøkelse (gruppe III)** omfatter forekomst av gassbobler og lukt i sedimentet, og beskrivelse av sedimentet sin konsistens og farge, samt grabbvolum og tykkelse av deponert slam. Her blir det gitt opp til 4 poeng for hver av egenskapene. **Vurderingen** av lokalitetens tilstand blir fastsatt ved en samlet vurdering av gruppe I – III parametre etter NS 9410.

Næringsmengdene måles direkte ved å ta vannprøver av overflatelaget, dit det meste av tilførslene kommer, og analysere disse for innhold av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Disse stoffene utgjør viktige deler av næringsgrunnlaget for algeplanktonet i sjøområdene, og beskriver sjøområdets "næringsrikhet". Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet oversiktlige klassifikasjonssystem for vurdering av disse forholdene også (SFT 1997).

OMRÅDEBESKRIVELSE

Svartasmoget avfallsdeponi ligger vest i Fitjar kommune ut mot Stokksundet. Like nedenfor avfallsdeponiet og innenfor Storevikholmane, ligger det et lite sjøbasseng med maksimal dyp på 63 m og terskler på 41 m mot nord og 47 m mot sør. Sigevannet føres til avløp ut mot Stokksundet nordvest for Storevikholmen på østsiden av sjøområdet Stokksundet (**figur 2**).

Stokksundet er et gjennomgående ca 12 km langt sør-nordgående strømsund med en gjennomsnittsbredde på 2 km og maksimalt dyp på 278 m. Den dypeste terskelen ligger ut mot Bømlafjorden i sør på 150 m dyp. Mot nord er terskeldypet ca 33 m, og flere gjennomgående strømsund gjør at en har god utskifting inn og ut av Stokksundet, noe som også er dokumentert gjennom strømmålinger på oppdrettslokaliteter på mange steder i Stokksundet. Utslippet ligger på 70 meters dyp i en skrånende bakke som dybdes ned mot et område med maksimaldyp på 168 m midt i Stokksundet ca 600 m vest for avløpet. Det forventes ikke stagnerende vannmasser i dette bassenget grunnet de forholdsvis dype tersklene i forhold til bassengdybden.



Figur 2. Oversiktskart over sjøområdet nedenfor og utenfor Svartasmoget avfallsdeponi. Kartet er tegnet ut fra dybdekotekart tegnet etter hydrografiske originaler.

SVARTASMOGET AVFALLSDEPONI

Svartasmoget avfallsdeponi ble etablert i 1993 og drives av Sunnhordland Interkommunale Miljøverk (SIM). Deponiet er dimensjonert til å ta i mot (deponere) totalt 2,4 millioner tonn med avfall. Årlig deponeringsmengde fra SIM-kommunene har variert mellom 19 000 og 26 000 tonn i perioden 1993-2003 (**tabell 1**), for det meste husholdnings- og industriavfall. Deponiet tar også imot avfall fra andre kommuner der det bl.a. i perioden 1996 - 1999 årlig ble levert omtrent 50 000 tonn med avfall fra Bergensområdet. I toppåret 1997 var bidraget fra andre kommuner på over 80 000 tonn, og dette året ble det håndtert 134 000 tonn avfall og deponert 122 000 tonn. Siden 2000 har mengden håndtert avfall blitt redusert betydelig, og årlig deponert mengde er redusert til en femdel i forhold til i 1997.

Tabell 1. Fordeling av håndtert mengde avfall og mengde til deponi ved Svartasmoget. Alle tall er i tonn. Kilde: Fremmersvik og Løvseth 1998 samt årsmeldinger fra SIM 1998-2003.

År	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Hush. avfall fra SIM	11093	11174	11481	11875	13764	8913	9077	9049	9592	9821
Industriavfall fra SIM	11416	11414	11123	14755	9470	10715	10183	9999	12167	11779
Hush. avfall andre kom..	3045	12702	61934	66061	82317	52552	182	1740	2124	3449
Industriavf. andre kom..		1399	906	19547	17927	12924	7904	6298	6123	5126
Slam	2002		2460	3890	3482	3105	2755	3211	3161	3774
Spesialavfall	125	128	150	181	183					
Resirkulering	2870	3703	3919	4778	4498	14301	11154	11305	12662	12703
Div	1225	451	2169	778	2215					
Totalt (avrundet tall)	32000	41000	94000	122000	134000	99010	41000	42000	46000	47000
Mengde til deponi (avr.)	27000	36000	85000	109000	122000	83000	27000	26000	28000	27000

Det er ingen bunntetting under deponiet. Sigevannet fra deponiet dreneres til en målekum/pumpestasjon, der sigevannsmengdene måles kontinuerlig. I 2000 ble det lagt en ny ledning i borehullet gjennom fjellet, med større diameter enn den forrige. Ledningen mellom fangdam og målekum ble også byttet ut, og selve målekummen ble oppgradert. Resultatet er at kapasiteten på anlegget med dette er doblet etter 2000. Sigevannet ledes videre i rør til området utenfor Storeviksholmane (**figur 3**). I de første årene munnet sigevannsrøret ut på ca 40 m dyp (ved stasjon 2), men denne ledningen ble skiftet ut i 1999 og ligger nå omtrent 800 m fra stranden i sørsørvestlig retning og på ca 70 meters dyp, omtrent ved stasjon 4 (**figur 4**).

Bekken som renner gjennom dalen ved deponiet er lagt i tett sveiset rør, slik at den ikke blander seg med sigevannet. Fra røret renner bekken i et bekkeløp mot nordvest og munnar ut innerst i Storevika. Sigevannet påvirker dermed ikke vassdraget i dalen. Prøveresultatene viser at bekkevannet er like rent nedenfor fyllingen som ovenfor. Fra høsten 2000 har også avsig fra komposteringsanlegget vært ledet inn på sigevannsrøret.

Årlig rapporteres sigevannsmengde og utslipp av sigevannsparemetre fra SIM til Fylkesmannen. Dette er basert på prøvetaking av sigevannet 12 ganger i året der parametrene i grunnprogrammet blir analysert hver gang. Fire ganger i året blir sigevannet analysert på et utvidet program. Hvert fjerde år blir det gjort resipientundersøkelse i Stokksundet. Årlig utslippsmengde av de viktigste sigevannsparemetrene for perioden 1999-2003 er ført opp i **tabell 2**.

Tabell 2. Oversikt over total sigevannsmengde, totale utslipp av kjemiske parametre, tungmetaller og organiske miljøgifter til Stokksundet i perioden 1999 - 2003. Kilde: Årsmeldinger fra SIM 1999-2003.

Parameter:	Måleenhet	1999	2000	2001	2002	2003
Sigevannsmengde	m ³	257 500	250 000	252 800	193 100	230 800
Aluminium	kg	62,2	47,1	35,1	27,5	113
Jern	tonn	11,2	5,4	5,4	4,8	4,6
Klorid	tonn	88,4	42,0	36,4	29,0	49,0
Sulfat	tonn	5,5	32,1	2,9	1,4	7,9
Natrium	tonn	73,7	43,0	41,7	31,4	41,1
Kalium	tonn	51,7	27,2	19,1	16,9	17,4
Kvikksølv	gram	2,6	15,0	5,1	<5,2	<4,4
Bly	kg	0,35	0,8	1,4	1,2	1,2
Kadmium	gram	252	323	61,7	<32,0	29,0
Krom	kg	5,8	4,9	2,9	4,6	10,6
Kobber	kg	3,6	1,7	1,6	4,9	6,0
Sink	kg	143,9	73,2	20,1	56,1	27,5
Bor	kg	502,4	263,8	177,9	226	251
Arsen	kg	13,0	4,7	3,3	2,6	2,7
Nikkel	kg	5,6	5,1	1,6	<3,7	4,4
AOX	kg	49,2	50,0	68,3	36,8	46,7
Fenol	kg	106,3	44,4	14,8	111,0	<6,92
Aromater	kg	200,2	51,7	100,1	19,8	<15,2
PAH	kg	0,005	0,008	1,04	0,73	0,39
PCB	gram	129	4	32	131	<35

Sigevannsmengden i årene siden 1999 har ligget mellom 193.000 m³/år og 257.000 m³/år, med et gjennomsnitt på 225.000 m³/år (**tabell 2**). Sigevann fra avfallsdeponi inneholder næringssalter, oksygenforbrukende stoff, tungmetall og organiske miljøgifter. Sigevannsmengdene vil i hovedsak være avhengige av nedbørmengde og mengde deponert avfall. Det er i andre sammenhenger vist at innholdet av ulike stoffer i sigevannet i stor grad varierer i forhold til sigevannsmengden. Det er en relativt god sammenheng mellom sigevannsmengde og de vannløselige næringsstoffene nitrogen og fosfor, fordi det skjer en utvasking av disse stoffene når avrenningen fra deponiet er som størst. I tillegg vil deponiets alder og nedbrytningsgrad kunne påvirke sigevannets sammensetning.

Den årlige utslippsmengden kan beregnes fra overvåkingen av sigevannskvaliteten sammen med mengden sigevann. For flere av de ulike kjemiske parametre har det vært svært varierende utslippsmengder de siste fem årene. Innholdet samvarierer verken med mengde deponert avfall eller mengde sigevann. For mange av stoffene synes det å ha vært større utslipp i 1999 enn de påfølgende årene, mens for andre var utslippsmengdene størst i 2002 da det var minst sigevannsproduksjon (**tabell 2**).

Mengden organiske miljøgifter i sigevannet har totalt sett falt betydelig i perioden. Dette gjelder særlig mengden fenoler og aromater. Mengden påvist PAH i sigevannet øker imidlertid kraftig fra 2000 til 2001. Hva denne kraftige økningen fra det ene året til det neste kan skyldes er uvisst, men det kan muligens bero på tilfeldigheter ved prøvetakingen eller at analyseresultatene for de to foregående årene (1999 og 2000) har vist for lave verdier. Mengden PAH i sigevannet går ned i 2002 og 2003, men er fortsatt skyhøyt over nivået for årene 1999 og 2000. Dette taler for at mengden PAH i sigevannet kan være underestimert disse to årene.

Mengden PCB i sigevannet viser også relativt store variasjoner fra år til år. Et kraftig fall fra 1999 til 2000, så en kraftig økning i 2001 og 2002, og så et kraftig fall igjen i 2003. Det er også innhentet tall for mengde PCB-utslipp i 1997 og 1998, som var på 700 gram i 1997 og 103 gram i 1998. I forhold til toppåret 1998 var det i 2003 en reduksjon av PCB-utslipp på 95 %, hvilket er betydelig.

Disse store og tilsynelatende tilfeldige årlige variasjonene i tilførsler av miljøgifter fra sigevannet, baserer seg i hovedsak på to årlige målinger av konsentrasjon. Ofte er den ene så lav at den er oppgitt som "mindre enn" ett eller annet deteksjonsnivå. Årsgjennomsnittet består da av bare en måling, som så ansees representativ for hele året og ganges opp med den årlige mengden sigevann. Konsentrasjonene av stoff i sigevannet er imidlertid avhengig av sigevannsproduksjonen (Johnsen 1997), slik at det ikke blir riktig å operere med årlige tilførte mengder basert på kun ett eller to målepunkt.

Området ved deponiet er tidligere undersøkt med hensyn til kontroll over sigevannsutslipp, og miljørisikorapporten fra 2004 (Interconsult 2004) konkluderte med at det er mindre enn 5% ukontrollert lekkasje fra deponiet.



Figur 3. Øverst til venstre: Svartasmoget avfallsdeponi sett fra sjøsiden. Øverst til høyre: Stedet der sigevannsledningen fra deponiet går ned i sjøen. Nede: parti fra strandsonen nedenfor deponiet (like sør for skiltet, jf. bildet øverst til venstre). Alle bildene er tatt ved befaringen 22. juni 2004.

METODE

Den gjennomførte resipientundersøkelsen ved utslippet fra Svartasmoget avfallsdeponi er utført i henhold til Norsk Standard NS 9422 og NS 9423, samt elementer fra NS 9410. Vurdering av resultatene er i tillegg utført i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997).

Resipientundersøkelsen undersøker bunntilstanden fra utslippet (nærsonen) og utover i resipienten (fjernsonen). De aktuelle prøvestasjonene er avmerket på **figur 4**. Hovedbestanddelene i en resipientundersøkelse består av en analyse av hydrografi i vannsøylen, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analyser) og bunndyrsamfunnets sammensetning,

Sjikttingsforhold

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ved stasjon 1 og 3. Det ble målt siktedyp med en standard Secchi-skive. Ved det dypeste i Stokksundet (stasjon 3) ble det også samlet inn vannprøver for bestemmelse av oksygen etter Winkler metode på ulike dyp i vannsøylen.

PrøvetakingsStasjonene

Stasjonene 1 til 4 er identiske med stasjonene "Stor 1", "Stor 2", "Stok 3" og "Stor 4" fra undersøkelsene i 1996 (Tvedten m. fl. 1997) og 2000 (Botnen m. fl. 2001, Johansen m. fl. 2001) og stasjonen "Stor 4" fra undersøkelsen i 2000 (Botnen m. fl. 2001). Stasjon 5 er nytt og ble tatt innerst i Storavika etter ønske fra oppdragsgiver. Posisjonene til stasjonene er avmerket i **figur 4** og oppgitt i **tabell 3**.

Tabell 3. Posisjon for stasjonene 1 - 5 ved resipientundersøkelsen i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004 (se **figur 4**).

Stasjon	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
Dyp (meter)	63	42	168	78	14
Posisjon (WGS 84)	N: 59° 50,663' E: 05° 18,479'	N: 59° 50,807' E: 05° 18,172'	N: 59° 50,833' E: 05° 17,098'	N: 59° 50,766' E: 05° 17,847'	N: 59° 51,128' E: 05° 18,453'

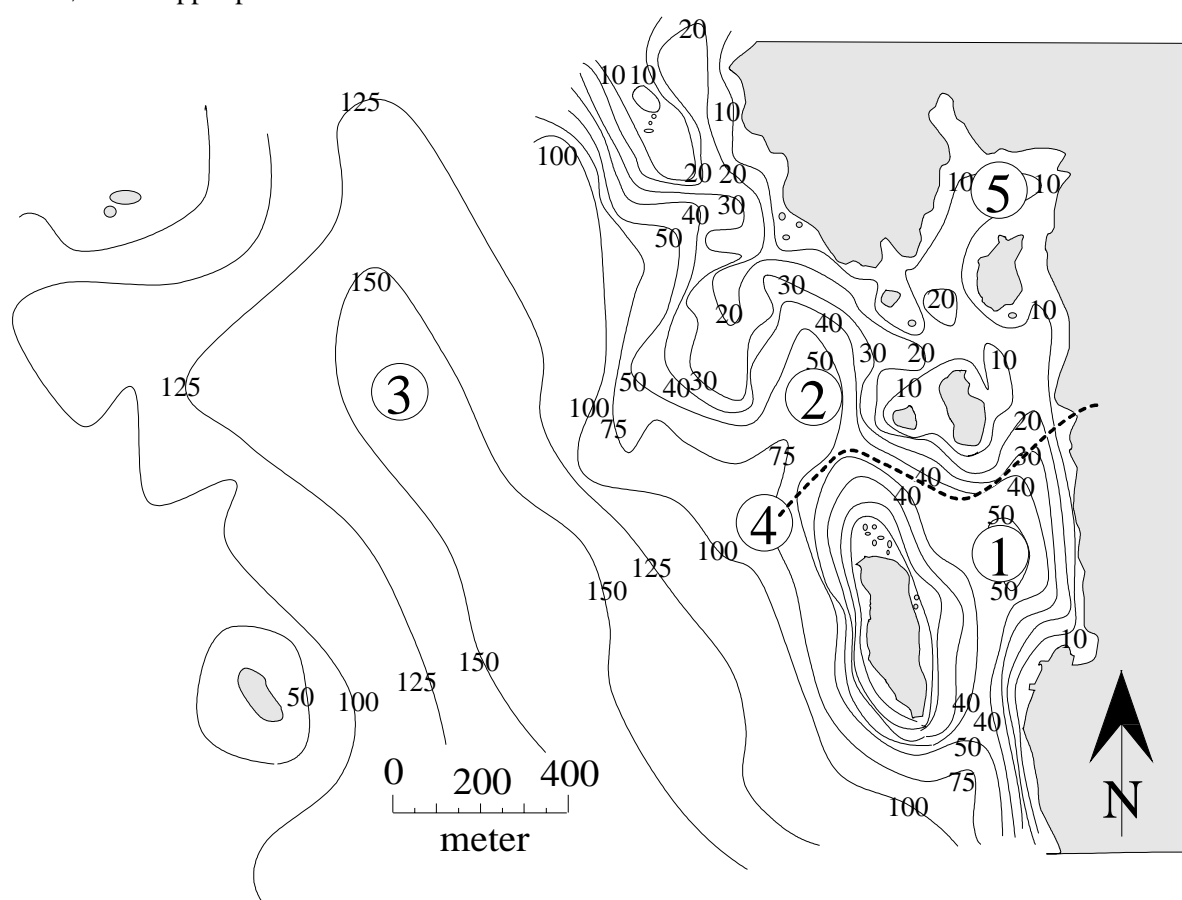
Stasjon 1 ligger på 63 m dyp i et lite basseng avgrenset av strandlinjen nedenfor Svartasmoget mot øst, Søre Storevikholmen mot vest og Midtre Storevikholmen mot nord. Terskelen inn til bassenget mot sør er på 47 m, og terskelen inn til bassenget mot nordvest er på 41 m. Det dypeste punktet i bassenget er på 63 m, og siden bassenget er lite og det ikke er større forskjell mellom terskeldyp og bassengdyp, er det trolig ikke mer enn moderat sedimenterende forhold på stasjonen. Dette ble bekreftet under prøvetakingen der det måtte 15 forsøk til for å få opp nok prøvemateriale til 5 paralleller (10 bomhogg), og det var også forholdsvis beskjedne mengder sediment i noen av prøvene

Stasjon 2 ligger på 42 m dyp vest for Midtre Storevikholmen i en skrånende bakke i nærheten av det gamle utslippsstedet. Det skråner relativt bratt nedover mot Stokksundet. Dette stasjonen ligger i et åpent, skrånende og utersklet sjøområde med god vannutskifting, noe som også prøvetakingen gjenspeilet. Sedimentmengdene var forholdsvis beskjedne under grabbing, og 10 forsøk måtte til for å få opp 5 paralleller.

Stasjon 3 ligger på 168 m dyp på det dypeste stedet midt i Stokksundet ca 800 m vestnordvest for utslippet. Siden en her befinner seg på det dypeste stedet i et relativt flatt område av Stokksundet, kan det forventes sedimenterende forhold. På 5 forsøk fikk en opp fulle grabber med sediment.

Stasjon 4 ligger også i en skrånende bakke nordvest for Søre Storevikholmen i nærheten av det nye utslippsstedet. Det skråner relativt bratt nedover mot Stokksundet. Denne stasjonen ligger også i et åpent, skrånende og utersklet sjøområde med god vannutskifting, men siden det er noe dypere her enn stasjon 2 og ikke fullt så bratt, kan det forventes noe mer sediment. Sedimentmengdene var således større her, men også her måtte en ha mange forsøk (9 stk) for å få opp 5 paralleller.

Stasjon 5 ligger innerst i Storevikvågen. Terrenget her inne er slik at det skråner relativt bratt ned fra land innerst i Storevikvågen til ca 13 - 14 m dyp. Herifra går det en smal og flat slette som skråner svakt i retning sør med dybder på mellom 14 m innerst i Storevikvågen og 20 meter ca 400 m lengre ute ved Midtre Storevikholmen. I dette relativt flate området helt innerst i Storevikvågen vil det kunne forventes relativt sedimenterende forhold, men prøvetakingen viste et forholdsvis grovornet sediment, noe som indikerer brukbare strøm- og utskiftingsforhold. En fikk opp en middels mengde med sediment der en på 5 forsøk fikk opp 5 paralleller.



Figur 4. De fem stasjonene 1-5 ved resipientundersøkelsen i Stokksundet 22. juni 2004, samt ledningstrasé (stiplet linje) og utslippssted for sigevannet fra Svartasmoget avfallsdeponi. Kartet er tegnet etter dybdekontekart for Fitjar kommune.

Sedimentprøver

Ved resipientundersøkelsen i Stokksundet 22. juni 2004, ble det tatt fem parallelle bunnprøver på hvert av de fem stedene med en 0,1 m² stor vanVeen grabb. Fra de første tre parallellene ble det tatt ut sedimentprøver. Det ble gjort et nytt forsøk dersom grabben kom opp uten innhold. Hvis grabben var tom også etter andre forsøk, er det sannsynligvis fjellbunn uten akkumulering av organisk materiale. Dersom bunnen er sterkt påvirket med kraftig lukt av hydrogensulfid og uten makrofauna, skal det etter standarden bare taes ett grabbhugg.

De ulike parallelle prøvene ble behandlet hver for seg med hensyn på undersøkelse av fauna og kjemisk sedimentkvalitet, mens kornfordeling ble analysert på en blandeprøve av de tre første prøvene.

For vurdering av sedimentkvalitet ble det fra hver prøvestasjon tatt ut prøvemateriale for kjemiske analyser av total organisk karbon (TOC), tungmetaller og organiske miljøgifter. Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet.

Innhold av organisk karbon (TOC) i sedimentet er omtrent 0,4 x glødetapet, men for å kunne benytte klassifiseringen i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiseres for teoretisk 100% finstoff etter formelen, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Det blir også foretatt sensoriske vurderinger av prøvematerialet samt måling av pH/Eh i henhold til NS 9410. Nedbrytingsforholdene i sedimentet kan beskrives ved både surhet og elektrodepotensial. Ved høy grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet være surt og ha et negativt elektrodepotensial. Disse opplysningene blir i hovedsak brukt som tilleggsopplysninger for å støtte oppunder en god og helhetlig vurdering av resipienten.

Bunnfauna

Det utføres en kvantitativ og kvalitativ undersøkelse av makrofauna (dyr større enn 1 mm). Vurderingen av bunndyrs sammensetningen gjøres på bakgrunn av diversiteten i prøven. Diversitet omfatter to forhold, artsrikdom og jevnhet, som er en beskrivelse av fordelingen av antall individer pr art. Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949), og denne er brukt for å angi diversitet for de prøvene:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der $p_i = n_i/N$, og n_i = antall individer av arten i , N = totalt antall individer og S = totalt antall arter.

Dersom artsantallet er høyt, og fordelingen mellom artene er jevn, blir verdien på denne indeksen (H') høy. Dersom en art dominerer og/eller prøven inneholder få arter blir verdien lav. Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse selv om det er få arter (Molvær m. fl. 1997). Diversitet er også et dårlig mål på miljøtilstand i prøver med mange arter, men hvor svært mange av individene tilhører en art. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling av individene (lav jevnhet), mens mange arter viser at det er gode miljøforhold. Ved vurdering av miljøforholdene vil en i slike tilfeller legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er til stede enn på diversitet.

Jevnheten av prøven er også kalkulert, ved Pielous jevnhetsindeks (J):

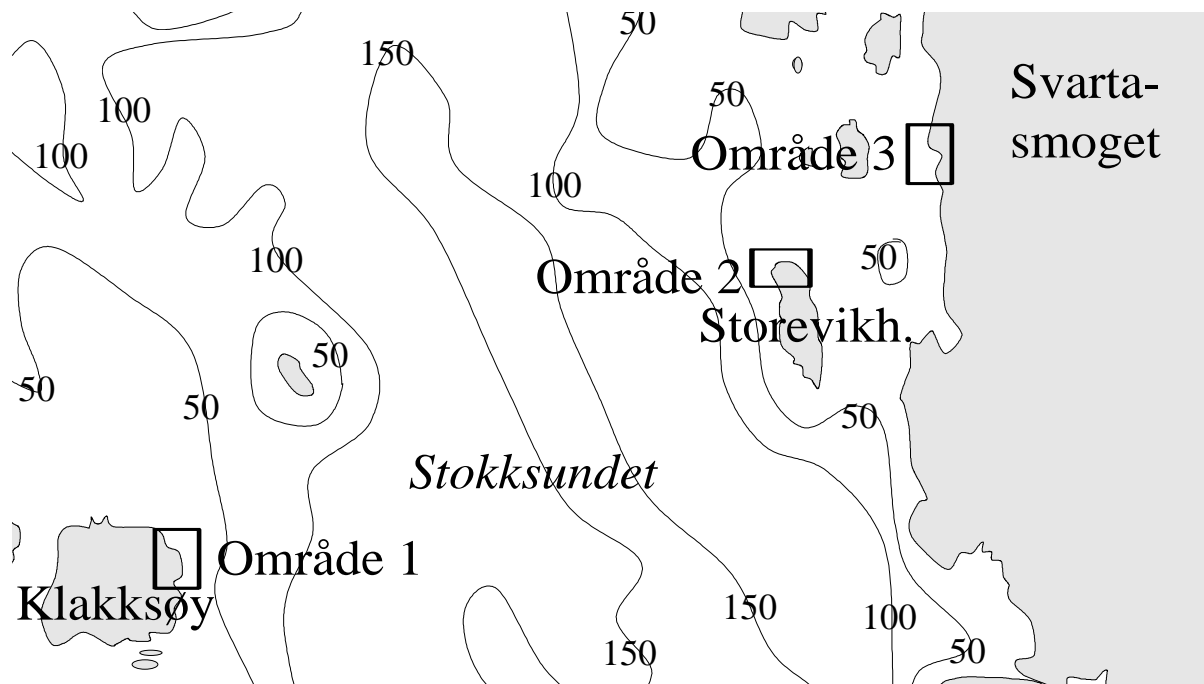
$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

der $H'_{\max} = \log_2 s$ = den maksimale diversitet som kan oppnåes ved et gitt antall arter, S.

Beregningen av diversitetsindekser m. m. er minimumsanslag, da en liten andel av hver prøve ble tatt ut til analysing av kornfordeling og kjemisk analyse før prøven ble analysert for innhold av dyr. Det reelle tallet på arter og individer i prøvene kan derfor trolig være litt høyere enn det som er påvist.

Miljøgifter i organismer

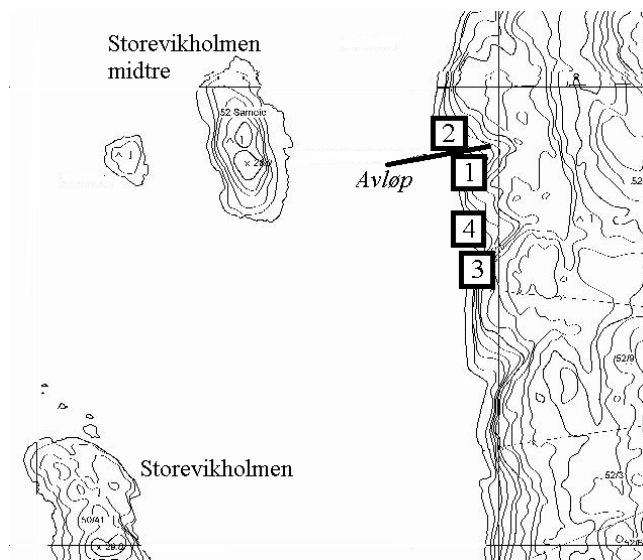
I tillegg til sedimentprøvene fra resipienten ble det samlet inn prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*) på tre steder for analyse av metaller og organiske miljøgifter. Det ble samlet inn ca 0,5 kg på hvert sted, fortrinnsvis skjell med lengde mellom 4 og 6 cm. Skjellene ble frosset ned ved hjemkost og ekspedert over natten til Eurofins Norway AS. Prøvested 1 ligger på østsiden av Klakksøy, ut mot Stokksundets vestside, ca 1,8 km fra utslippsstedet. Prøvested 2 ligger på nordvestspissen av Midtre Storevikholmen ca 200 m fra utslippsstedet og prøvested 3 er i strandsonen nedenfor Svartasmoget avfallsdeponi (**figur 5**). I forbindelse med tidligere resipientundersøkelser har det ikke vært samlet inn blåskjell for kontroll av miljøgifter.



Figur 5. Område 1 - 3 for innsamling av blåskjell.

Befaring i strandsonen

Det ble utført en enkel befaring i strandsonen fra småbåt på lavvann den 22. juni 2004 der hovedvekten ble lagt på en fotodokumentasjon på de samme 4 lokalitetene som ble undersøkt i 2000 (**figur 6**, lokalitet 1 - 4). Det er utført visuell bedømmelse og grovkarakterisering med registrering av plante- og dyrelivet på lokalitetene 1 - 3, og sammenlignet dette med hva som ble funnet i 2000.



Figur 6. Område 3. Detallskisse som viser stedet hvor sigevannsledningen går i sjøen og stedene for befaring i strandsonen (lokalitet 1 - 4).

EUs vannrammedirektiv

EUs Rammedirektiv for Vann trådte i kraft 22. desember 2000, og angir et rammeverk for beskyttelse av alle vannforekomster. Direktivet har som overordnet målsetting at alle vannforekomster skal oppnå minst ”**God Økologisk Status**” (GØS) innen år 2015.

Innen utgangen av 2004 skal alle vassdrag og kystvannforekomster i Norge være karakterisert i henhold til de sentrale og nasjonale veiledere og retningslinjer som er utarbeidet. Ved karakteriseringen i forbindelse med EUs vanddirektiv, skal vannforekomstenes økologiske status anslås basert på en samlet vurdering av både *fysisk tilstand*, *kjemisk tilstand* (vannkvalitet) og *biologisk tilstand*.

For de vannforekomster der det viser seg at en ikke har minst ”*god økologisk status*”, skal det utarbeides en vassdragsplan med påfølgende iverksettelse av tiltak. Det er da ”problemeier”/ forurensere som skal betale for tiltakene, slik at en innen 2015 kan oppnå kravet. EUs vanddirektiv inkluderer i større grad vurdering av biologiske forhold enn SFTs mer vannkvalitetsbaserte system.

Denne skala kan for så vidt også benyttes tilsvarende for vannkvalitetsmål. Ved fastsetting av *økologisk status* er det altså innbakt hensyn til naturtilstanden også for de biologiske forhold, slik at det ikke vil være en direkte kobling til SFTs tilstandsklassifisering og EUs statusklassifisering for den enkelte vannforekomst. Beskrivelse av *økologisk status* følger denne skala:

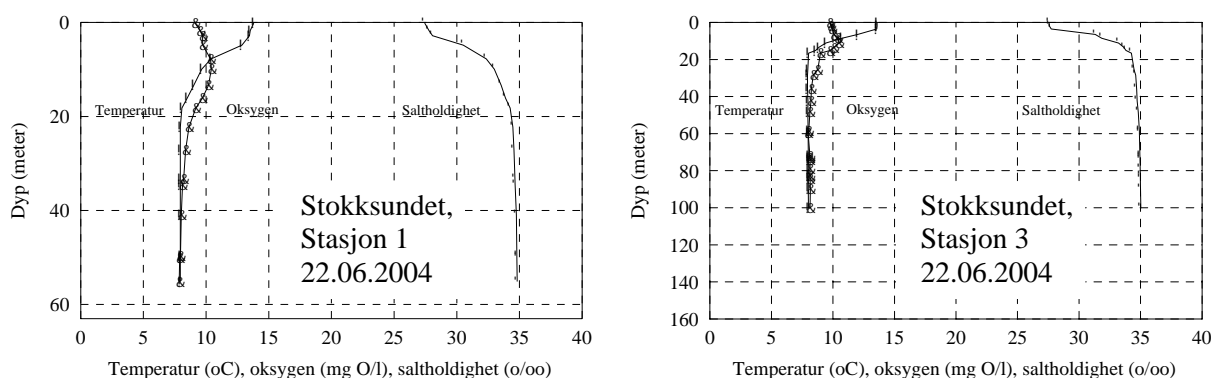
1	2	3	4	5
Høy status	God status	Moderat status	Dårlig status	Meget dårlig status

1=”Høy status” betyr at vannforekomsten har en økologisk status tilsvarende eller meget nær opp til naturtilstand, mens 2=”god status” avviker litt mer fra naturtilstanden. Tilsvarende vil en $EQR < 0,7$ tilsvare 3=”moderat status” eller dårligere.

MILJØTILSTAND I STOKKSUNDET JUNI 2004

Sjikttingsforhold

Den 22. juni ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen ved stasjon 1 i bassenget nedenfor Svartasmoget avfallsdeponi og ved stasjon 3 midt i Stokksundet. Det ble benyttet et nedsenkbart YSI-instrument der oksygensonden ble kalibrert, og målinger ble foretatt nedover i vannsøylene hvert 30. sekund ettersom sonden ble senket sakte ned (**figur 7**). På stasjon 3 ble det også samlet inn vannprøver med vannhenter på ulike dyp i vannsøylen for bestemmelse av oksygen etter Winkler metode (**tabell 4**).



Figur 7: Temperatur-, saltholdighets- og oksygenprofiler ved stasjon 1 utenfor Svartasmoget avfallsdeponi og stasjon 3 midt i Stokksundet 22. juni 2004

På stasjon 1 ble det funnet en klar sjiktning av vannmassene, med et mindre salt og tynt overflateag i de øverste tre metrene, et overgangslag med saltholdigheter mellom 30 og 34 ‰ ned til 20 meters dyp og saltere vann på 34,5 ‰ under dette. Dette mønsteret gjenspeiles også i temperaturprofilen, der overflatevannet var varmere med over 13,5 °C, mens temperaturen falt fra 13,5 °C på 3 m dyp til 8 °C omtrent midt i mellomstjiktet. Fra 22 m dyp og nedover lå temperaturen stabilt på 8 °C. Det ble ikke funnet noe oksygenstigning nedover i vannsøylen, og også dypvannet på 55 m dyp hadde et oksygeninnhold på 7,86 mg/l tilsvarende en oksygenmetning på 83 %, noe som gir SFT tilstandsklasse I= "meget god". Årsaken til at det var noe lavere oksygenkonsentrasjon i overflaten, er de høyere temperaturene som gir lavere løselighet av oksygen (**figur 7**).

Tabell 4. Temperatur, salinitet og oksygeninnhold i vannprøver samlet inn ved stasjon 3 i Stokksundet 22. juni 2004. Salinitet og temperatur ble målt med YSI-instrumentet, mens oksygen i mg/l ble bestemt etter Winkler metode.

Dyp (m)	Temperatur (°C)	Salinitet (‰)	Oksygen (mg/l)	oksygen (ml/l)	Tilstandsklasse
10	10,0	32,4	12,31	8,7	
50	8,0	34,3	9,00	6,3	
100	8,1	34,3	8,85	6,2	
130	8,17	34,3	9,16	6,5	I
160	8,17	34,9	9,99	7,0	I

På stasjon 3 ble det også funnet en tilsvarende klar moderat sjiktning i vannmassene, med et mindre salt og tynt overflatelag i de øverste tre-fire metrene, et overgangslag med saltholdigheter mellom 30 og 34,5 ‰ ned til ca 20 meters dyp og saltere vann fra rundt 34,5 ‰ og ned til 35,0 ‰ på 100 m dyp. Dette mønsteret gjenspeiles også i temperaturprofilen, der overflatevannet var varmere med rundt 13 °C, mens temperaturen falt fra 13 °C på 3,5 m dyp til 8 °C på 17 m dyp et stykke ned i mellomsjiktet. Fra 17 m dyp og ned til 100 m dyp lå temperaturen stabilt rundt 8 °C. Det ble ikke funnet noe oksygenvekt nedover i vannsøylen, og også dypvannet på 100 m dyp hadde et oksygeninnhold på 8,14 mg/l tilsvarende en oksygenmetning på 86 % . Dette tilsvarer SFT tilstandsklasse I= "Meget god". Årsaken til at det var noe lavere oksygenkonsentrasjon i overflaten, er de høyere temperaturene som gir lavere løselighet av oksygen (**figur 7**).

Det ble målt noe variable, men høye oksygenverdier i hele vannsøylen. Høyest oksygeninnhold ble målt på 10 m dyp (12,31 mg/l), og fra 50 m og ned til 160 m dyp var også oksygeninnholdet høyt. På 100 m dyp ble det målt et oksygeninnhold på 9,99 mg/l. Dette indikerer meget god vannutskifting i hele vannsøylen helt ned til bunnen, og oksygeninnholdet i hele vannsøylen blir også vurdert til å være SFT tilstandsklasse I= "Meget god" (**tabell 4**).

Siktedypet i vannmassene i Stokksundet ble målt til 7,8 meter, tilsvarende SFT-tilstand I = "Meget god".

Sedimentkvalitet

De innsamlete sedimentprøver er beskrevet i **tabell 6** på neste side. Fra prøvene ble det målt sedimentkvalitet ved surhet og elektrodepotensiale, tatt prøver for analyse av kornfordeling, tørrstoff og glødetap, miljøgifter samt bunndyr (sortert på 1 mm rist) for artsbestemming av bunnfauna.

Surhet og elektrodepotensial

Surhet (pH) og elektrodepotensial (Eh) ble målt i fra en til fem paralleller på hver stasjon, men bare den laveste målte pH med tilhørende Eh er ført opp i **tabell 5**. Sedimentet i Stokksundet hadde normale pH-verdier mellom 7,65 og 7,95 i alle parallellene, noe som viser friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som viste positive og høye verdier mellom 120 og 307, noe som viser meget gode nedbrytingsforhold, slik at sedimentet på alle disse stasjonene ble klassifisert til miljøtilstand 1 (beste) i henhold til NS 9410.

Tabell 5. Resultat fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensial (Eh) i sediment i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004. Ved prøvetaking var: pH i sjøvann=7,98, Eh i sjøvann=348, temperatur i sjøvann 13,5 °C. Den laveste målte pH med tilhørende Eh er oppgitt.

Stasjon: replikant	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
	1-5	1	1-3	1-5	1-3
Surhet (pH)	7,64	7,89	7,88	7,82	7,65
Elektrodepotensial (Eh)	160	307	190	120	127
pH/Eh poeng (NS 9410)	0	0	0	0	0
pH/Eh-tilstand (NS 9410)	1	1	1	1	1

Tabell 6. Beskrivelse av sedimentprøvene som ble samlet inn fra Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004.

Stasjon replikat	Stasjon 1					Stasjon 2					Stasjon 3					Stasjon 4					Stasjon 5				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Grabbvolum (liter)	6	3	1	8	3	2	2	4	2,5	5	12	12	12	12	12	3	3	8	6	8	5	4	2	4	3
Prøvedyp	63					41					168					78					14				
Bobling i prøve	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Lukt av H ₂ S	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Skjellsand	20 %					Ja	Ja	Ja	Ja	Ja						litt					Grov	Grov	Grov	Grov	Grov
Primær Grus/stein	Ja					Ja Ja										Ja	Ja	Ja Ja Ja Ja Ja							
sediment Sand/silt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja						silt	silt	silt	silt	silt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Leire	litt	litt	litt	litt	litt						Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja					
Mudder																									
Beskrivelse av prøven	Fast, grå og luktfri blanding av sand, fin sand, silt og leire. Noe stein og litt skjellsand i to paralleller					Fast, gul/grå og luktfri skjellsand med periodevis innslag av stein					Full grabb med grå og luktfri blanding av hovedsaklig silt og leire. Mudderaktig konsistens					Fast, grå og luktfri blanding av sand, fin sand, silt og leire med innslag av småstein					Fast, grå og luktfri blanding av grov og fin skjellsand på toppen. Så en blanding av sand, silt, stein, grus og grovt organisk materiale				

Stasjon 1 (samme som Stor 1) ligger i et lite basseng nedenfor avfallsdeponiet. Sedimentet var her dominert av finere partikler av sand og silt, med innslag av leire. Noe stein og skjellsand forekom enkelte steder. Sedimentet var friskt, fast og grått uten noen lukt av hydrogensulfid (H₂S).

Stasjon 2 (samme som Stor 2) ligger i en skrånende bakke like ved det gamle utslippspunktet. Sedimentet besto hovedsakelig av fin, fast og grå/gul skjellsand. Det var heller ikke her noen lukt av hydrogensulfid (H₂S).

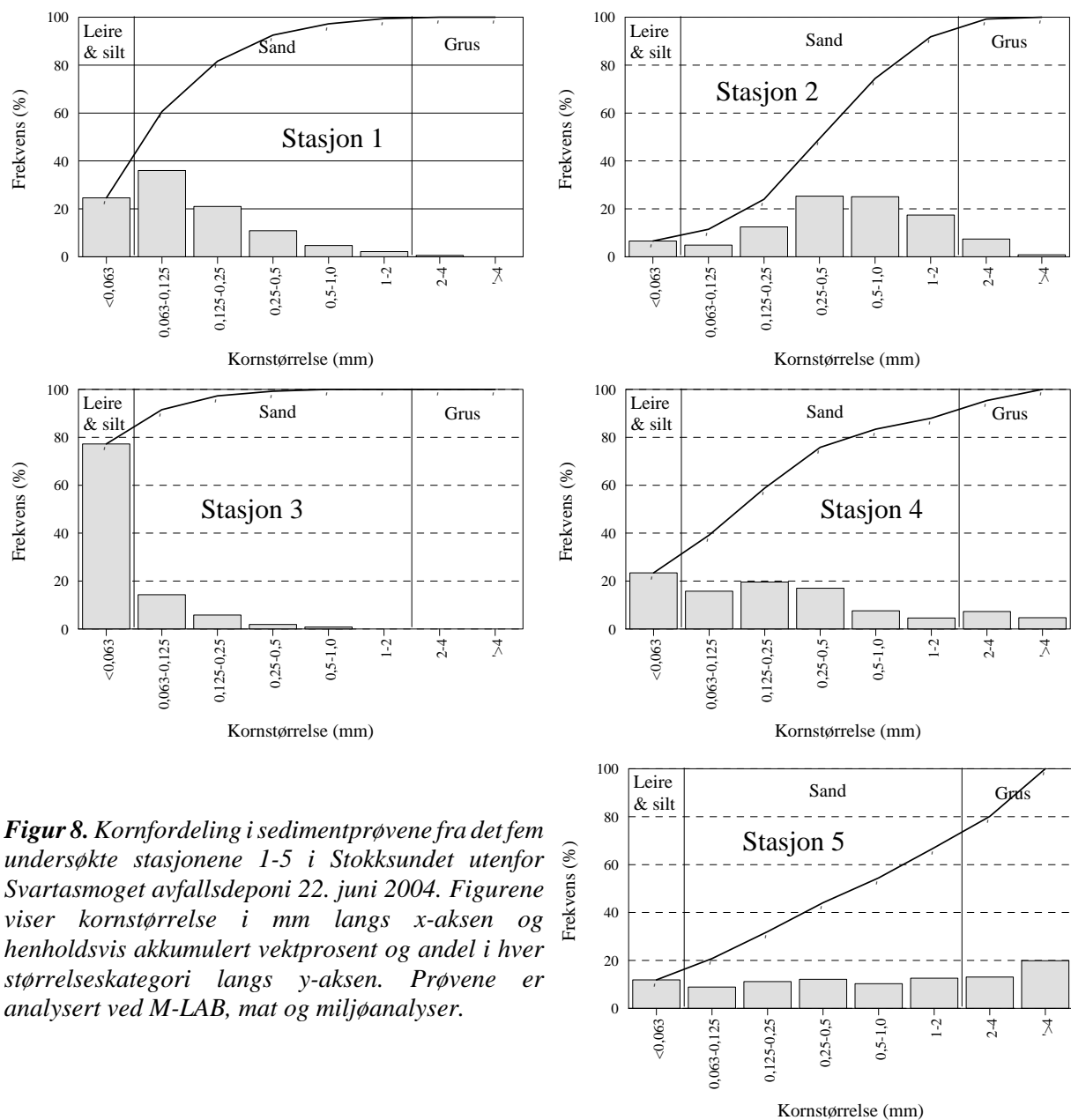
Stasjon 3 (samme som Stok 3) ligger på det dypeste midt i Stokksundet ca 800 m vestnordvest for utslippet i et relativt flatt område. Her var sedimentet totalt dominert av grå silt og leire med en mudderaktig konsistens. Heller ikke her var det lukt av hydrogensulfid (H₂S).

Stasjon 4 (samme som Stor 4) ligger i en skrånende bakke i nærheten av det nye utslippsstedet. Sedimentet var her dominert av finere partikler av sand, fin sand, silt og leire innslag av småstein. Sedimentet var friskt, fast og grått uten noen lukt av hydrogensulfid (H₂S).

Stasjon 5 (ny) ligger innerst i Storevikvågen. Sedimentet var her litt spesielt ved at det lå et grovt skjellsandlag på toppen. Under var det en blanding av sand, fin sand, silt, grus, småstein og større stein. Sedimentet så også ut til å være anrikt av organisk materiale av terrestrisk opphav, noe som trolig skyldes elven innerst i vågen. Sedimentet var friskt, fast/mykt og grått uten noen lukt av hydrogensulfid (H₂S).

Kornfordeling

Sedimentet var mest finkornet på stasjon 3 på det dypeste midt i Stokksundet (77,1% silt og leire, **tabell 7** og **figur 8**). Sedimentet var ikke spesielt finkornet i bassenget nedenfor Svartasmoget (24,6 % silt og leire), og det var et høyt innhold av sand (74,8 %), noe som indikerer at det her ikke er sedimenterende forhold. Som forventet var sedimentet relativt grovkornet på stasjon 2 og 4 i den skrånende bakken ned mot Stokksundet. Dette indikerer relativt gode strøm- og utskiftingsforhold i dette området, noe som er positivt med tanke på spredning og fortykning av sigevannet fra Svartasmoget. Sedimentet var også svært grovkornet på stasjon 5 innerst i Storevika, med et høyt innhold av sand og grus. Dette kan skyldes at en har god utskifting på grunn av elven som renner ut i Storevika (estuarin sirkulasjon) slik at en ikke får noe særlig sedimentasjon av finpartikulært materiale. Siden det er relativt grunt et langt stykke utover i Storevika, kan også tidenvannet ha betydning for at det er gode utskiftingsforhold her.



Figur 8. Kornfordeling i sedimentprøvene fra det fem undersøkte stasjonene 1-5 i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004. Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Prøvene er analysert ved M-LAB, mat og miljøanalyser.

Tabell 7. Organisk innhold og kornfordeling i sedimentet på de fem undersøkte stasjonene i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004. Prøvene er analysert ved M-LAB mat og miljøanalyser.

Forhold	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
Glødetap i %	3,5	4,1	13,0	4,3	3,2
Leire & silt i %	24,6	6,6	77,1	23,4	11,9
Sand i %	74,8	85,2	22,9	64,6	55,1
Grus i %	0,6	8,2	0	12,0	33,0

Kjemiske analyser

Tørrstoffinnholdet var høyt og mellom 58 og 81% i alle prøvene bortsett fra prøvene fra stasjon 3. Tørrstoffinnholdet på stasjon 3 var lavt på omtrent drøyt 32%. Stasjon 3 er ved det dypeste i Stokksundet, der det er mest sedimenterende forhold, slik at prøvene inneholder en del organisk stoff. De relativt høye verdiene av tørrstoff på de øvrige stasjonene skyldes at alle disse prøvene inneholdt mye mineralsk sediment som ikke tar til seg fuktighet i samme grad som organisk materiale.

Det gjennomsnittlige glødetapet var tilsvarende lavt på disse stasjonene, med henholdsvis 2,4%, 3,5%, 3,4% og 2,7% på stasjonene 1, 2, 4 og 5. Dette indikerer gode omsetningsforhold for organisk materiale på alle disse stasjonene. På stasjon 3 var glødetapet høyere med 9,8%, noe som indikerer dårligere omsetningsforhold (**tabell 8 og 9**).

Tabell 8. Sedimentanalyser fra tre parallelle prøver ved hvert av de fem undersøkte stasjonene i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004. Prøvene er analysert ved Eurofins Norway AS.

Forhold	Enhet	Stasjon 1			Stasjon 2			Stasjon 3			Stasjon 4			Stasjon 5		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tørrstoff	%	68,7	75,8	71,3	62,1	62,4	61,1	32,7	32,1	32,5	58,0	72,1	71,4	70,3	72,3	80,7
Glødetap	%	2,8	2,0	2,4	3,5	3,4	3,7	9,6	10,0	9,7	5,2	2,6	2,3	3,3	3,1	1,7
TOC	mg/g	11,2	8,0	9,6	14,0	13,6	14,8	38,4	40,0	38,8	20,8	10,4	9,2	13,2	12,4	6,8
Normalisert TOC	mg/g	24,8	21,6	23,2	30,8	30,4	31,6	42,5	44,1	42,9	34,6	24,2	23,0	29,1	28,3	22,7

Gjennomsnittlig innhold av normalisert TOC var henholdsvis 23,2 og 26,7 mg C/g i bassenget nedenfor Svartasmoget (stasjon 1) og i Storevikvågen (stasjon 5), noe som tilsvarer SFTs tilstandsklasse II = "God". Ved det gamle avløpet (stasjon 2) og ved det nye avløpet (stasjon 4) var normalisert TOC på henholdsvis 30,9 og 27,3 mg C/g, begge klassifisert til SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god". Midt i Stokksundet (stasjon 3) var gjennomsnittlig TOC-innhold 43,2 mg C/g, som tilsvarer tilstandsklasse V = "Meget dårlig" (SFT 1997).

Miljøgifter i sedimentet

Innholdet av metaller og miljøgifter i sedimentet ble undersøkt i hver av de tre første parallelle prøvene fra de fem stasjonene (**tabell 9, vedleggstabell 2** for enkeltresultater). Analysene omfatter en hel rekke ulike typer miljøgifter, men bare de som hadde påviselige konsentrasjoner er ført opp i **tabell 9** og **vedleggstabell 2**. Hele rekken av analyseparametre til Eurofins TerrAttesT er listen i **vedleggstabell 3** bakerst i rapporten.

Tabell 9. Miljøgifter i sediment (gjennomsnittsverdier fra tre parallelle prøver) fra hvert av de fem undersøkte stasjonene i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter (for enkeltresultater og undersøkte miljøgifter se **vedleggstabell 1** og **4** bakerst i rapporten). SFT- tilstanden (1997) er markert i parentes for aktuelle parametre. For miljøgifter i sediment benyttes følgende SFT tilstandsvurdering: I = Ubetydlig-lite forurenset. II = Moderat forurenset. III = Markert forurenset. IV = Sterkt forurenset. V = Meget sterkt forurenset.

FORHOLD	Enhet	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
Arsen (As)	mg/kg	5 (I)	3 (I)	12 (I)	7 (I)	3 (I)
Barium (Ba)	mg/kg	16	16	99	27	15
Kobolt (Co)	mg/kg	4		14	6	3
Krom (Cr)	mg/kg	13 (I)	4 (I)	45 (I)	18 (I)	9
Kobber (Cu)	mg/kg	4 (I)		22 (I)	3 (I)	
Kvikksølv (Hg)	mg/kg			0,16 (II)	0,03 (I)	
Nikkel (Ni)	mg/kg	6 (I)		26 (I)	8 (I)	5 (I)
Bly (Pb)	mg/kg	12 (I)	14 (I)	47 (II)	23 (I)	9 (I)
Selen (Se)	mg/kg	2	8	9	3	4
Vanadium (Vd)	mg/kg	17	10	62	22	14
Sink (Zn)	mg/kg	41 (I)	22 (I)	110 (I)	51 (I)	29 (I)
Phenol	mg/kg			0,02	0,01	
Naphtalene	mg/kg	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01
Phenanthrene	mg/kg			0,02		
Fluoranthene	mg/kg			0,03	0,01	
Pyrene	mg/kg			0,03	0,01	
Benzo(a)anthracene	mg/kg			0,02		
Chrysene	mg/kg			0,03		
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	0,02		0,100	0,04	0,01
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg			0,04	0,01	
Benzo(a)pyrene	mg/kg			0,02 (II)		
Dibenzo(ah)anthracene	mg/kg			0,02		
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,02	0,01	0,100	0,04	0,02
Indeno(123cd)pyrene	mg/kg	0,02	0,01	0,103	0,04	0,02
3 PAH 10 VROM	mg/kg	0,05	0,02	0,41	0,11	0,05
3 PAH 16 EPA	mg/kg	0,07 (I)	0,02 (I)	0,56 (II)	0,15 (I)	0,06 (I)
PCB 101	mg/kg			0,16	0,11	
PCB 138	mg/kg			0,27	0,09	
PCB 153	mg/kg			0,27	0,11	
3 PCB (6)	mg/kg			0,68	0,30	
3 PCB (7)	mg/kg			0,68 (V)	0,303 (V)	
4,4-DDD + 2,4-DDT	mg/kg			0,36		
3 DDT/TDE/DDD	mg/kg			0,36 (V)		
Biphenyl	mg/kg			0,002		

Tungmetaller

Tungmetallinnholdet i sediment fra de ulike stasjonene var generelt lavt, men det ble påvist flest tungmetaller og høyest konsentrasjon av disse på stasjon 3 midt ute i Stokksundet ca 800 m vestnordvest for utslippet (**tabell 9, vedleggstabell 1**). Dette er som forventet siden en her har de mest sedimenterende forholdene. For tungmetallet kvikksølv ble det funnet konsentrasjoner så vist over bakgrunnsnivå mens konsentrasjonen av bly var ca 1,5 ganger over forventet høyest naturlig bakgrunnsnivå, hvilket for disse to tungmetallene gir SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". De øvrige tungmetallene i sedimentet på stasjon 3 og tungmetallene i sedimentet på stasjon 1, 2, 4 og 5 ble påvist i så små mengder at konsentrasjonen tilsvarer SFTs tilstandsklasse I = "Ubetydelig-lite forurenset". Tungmetallet kadmium ble ikke påvist i noen av prøvene. De to sjøbassengene utenfor Svartasmoget (stasjon 1) og Storevikvågen (stasjon 5) viser ingen tegn til lekkasje av tungmetaller fra deponiet.

PAH-stoff

For PAH-stoffene ble det påvist få forbindelser og lave konsentrasjoner på alle de fem stasjonene bortsett fra på stasjon 3 der det ble funnet mange forbindelser og en samlet konsentrasjon på omtrent det dobbelte av høyeste forventede bakgrunnsnivå, tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Konsentrasjonen av PAH på de andre fire stasjonene tilsvarer SFTs tilstandsklasse I = "Ubetydelig-lite forurenset" (**tabell 9, vedleggstabell 1**). Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist bare på stasjon 3 i en konsentrasjon på to ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset".

PCB-stoff

Det ble ikke påvist PCB-stoffer i sediment fra dypbassenget nedenfor Svartasmoget (stasjon 1), fra Storevikvågen (stasjon 5), eller i sediment fra området rundt det gamle utslippet (stasjon 2). I juni-prøvene ble det imidlertid påvist en svært høy konsentrasjon av PCB (3 PCB (7)) i den første parallellen fra stasjon 4 rundt utslippet, på 0,91 mg/kg (**vedleggstabell 2**), dvs en konsentrasjon på 182 ganger bakgrunnsnivå. For stasjonen som helhet gir dette en konsentrasjon på 0,303 mg/kg tilsvarende SFTs tilstandsklasse V = "Meget sterkt forurenset". Også på stasjon 3 på det dypeste i resipienten ca 800 m vestnordvest for utslippet ble det påvist store mengder PCB i sedimentet. I den første parallellen ble det funnet en konsentrasjon på hele 1,4 mg/kg, hvilket er hele 280 ganger over bakgrunnsnivå. I den andre parallellen ble det ikke påvist PCB, mens det i den tredje parallellen ble funnet en konsentrasjon på 0,64 mg/kg, hvilket er 128 ganger over bakgrunnsnivå. For stasjonen som helhet gir dette en gjennomsnittskonsentrasjon på 0,68 mg/kg, hvilket er 136 ganger over bakgrunnsnivå, og dette gir SFTs tilstandsklasse V = "Meget sterkt forurenset". Nye prøver fra desember viste annet resultat, se neste side.

DDT

Det ble ikke påvist DDT i sediment fra dypbassenget nedenfor Svartasmoget (stasjon 1), fra Storevikvågen (stasjon 5), eller i sediment fra området rundt det gamle og det nye utslippet (stasjon 2 og 4). Det ble imidlertid påvist en svært høy konsentrasjon av DDT (4,4-DDD+2,4DDT) i den første parallellen fra stasjon 3 på det dypeste i Stokksundet, på 0,99 mg/kg (**vedleggstabell 2**), dvs en konsentrasjon på hele 1980 ganger bakgrunnsnivå! Det ble ikke påvist DDT i den andre parallellen, mens det i den tredje parallellen ble påvist en konsentrasjon på 0,095 mg/kg, dvs en konsentrasjon på 190 ganger bakgrunnsnivå. For stasjonen som helhet gir dette en konsentrasjon på 0,36 mg/kg, hvilket er hele 720 ganger over bakgrunnsnivå, og dette gir SFTs tilstandsklasse V = "Meget sterkt forurenset" (7,2 ganger over grensen til miljøtilstand 5). Nye prøver fra desember viste annet resultat, se neste side.

Nye sedimentprøver 1.desember 2004

På grunn av de høye verdiene av DDT ved det dypeste (stasjon 3) og PCB både ved det nye utslippspunktet (stasjon 4) og ved det dypeste målepunktet (stasjon 3), ble det tatt nye prøver av sedimentet på de samme to stasjonene 1.desember 2004. Siden det var særlig stor variasjon mellom de tre parallelle prøvene på hve av stasjonene i 22.juni, ønsket en å redusere innsamlingsvariasjonen ved den nye prøvetakingen. De tre parallelle prøvene ble da tatt fra ett og samme grabbhogg og en var særlig nøye med at de ble tatt fra den øverste cm av sedimentet. De nye prøvene representerer derfor dagens tilstand i området bedre enn de første, der prøvene ble tatt fra litt mer ulik dybde i sedimentet.

Det ble ikke funnet DDT ved det dypeste (stasjon 3) i noen av de nye prøvene, og laboratoriet Eurofins fant heller ikke PCB i noen av de nye prøvene på de to stasjonene. Laboratoriet Chemlab Services fant PCB tilsvarende SFTs klasse II = "moderat forurenset" på begge de to stasjonene i Stokksundet (**tabell 10**, samt **vedleggstabell 2** bak i rapporten for detaljer fra Eurofins analyseresultat).

For ytterligere å vurdere om det er sigevannet fra Svartasmoget som var kilden for eventuelle store utslipp av PCB og DDT, ble det tatt prøver av slam fra en sigevannskum nedenfor deponiet. Det ble ikke funnet rester av DDT i dette slammet, men det inneholdt konsentrasjoner av PCB tilsvarende SFTs klasse III = "markert forurenset" (**tabell 10**, samt **vedleggstabell 2** bak i rapporten for detaljer fra Eurofins analyseresultat). Denne vurdering er imidlertid beregnet brukt på "naturlige" sedimenter med forurensingstilførsler, og ikke på selve den forurensende tilførselen i seg selv.

Tabell 10. Nye prøver fra 1.desember 2004 av PCB i sedimentet ved to av stasjonene i Stokksundet og i slam fra en sigevannskum ved Svartasmoget. Eurofins resultatene er gjennomsnittsverdier fra tre parallelle prøver, mens Chemlabs resultat er fra en prøve fra hvert av de undersøkte stasjonene (for enkeltresultater og undersøkte miljøgifter se **vedleggstabell 2** bakerst i rapporten). SFT- tilstanden (1997) er vist for summen, der I = Ubetydlig-lite forurenset, II = Moderat forurenset og III = Markert forurenset.

	Stasjon 4 (ved utslipp)		Stasjon 3		Slam fra sigevannskum	
	Eurofins	Chemlab	Eurofins	Chemlab	Eurofins	Chemlab
PCB 28 : g/kg	-	3,2	-	1,7	3	6,3
PCB 52 : g/kg	-	2,0	-	1,4	5	8,3
PCB 101 : g/kg	-	0,8	-	1,8	7	10,1
PCB 118 : g/kg	-	0,7	-	2,0	5	7,8
PCB 138 : g/kg	-	0,5	-	2,0	8	11,6
PCB 153 : g/kg	-	0,7	-	2,5	9	11,4
PCB 180 : g/kg	-	0,1	-	0,8	6	8,2
∑ PCB (7) : g/kg	- (I)	8,0 = II	- (I)	12,2 = II	43 = III	63,7 = III

Bunnfauna

Bunndyr i sedimentprøvene ble silt fra på 1 mm rist og analysert separat for hver av de fem parallelle prøvene på hvert av de fem stasjonene, og alle steder ble det funnet en rik og variert fauna (**tabell 11**).

På stasjon 1, i bassenget nedenfor Svartasmoget avfallsdeponi, ble det til sammen i de fem parallellene registrert 890 individer fordelt på 43 arter, og diversiteten ble beregnet til 3,36, hvilket gir SFTs tilstandsklasse II = "god". Flere av artene som forekommer i høyt antall er typiske ved moderat organisk belastning, men de fleste er helt "vanlige" arter. Børstemakkene *Myriochele oculata* og *Owenia fusiformis* var mest tallrik i materialet. Til sammen utgjorde disse 56 % av faunaen, og jevnheten ble således noe lav (0,62). Også skjellet *Thyasira sarsi* var tallrikt (7 %).

Tabell 11. Antall arter og individer av bunndyr i de tre parallelle prøvene på de tre stasjonene i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004, samt Shannon-Wieners diversitets-indeks, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' -max) og SFT-tilstandsklasse. Enkeltresultatene er presentert i vedleggstabell 3 til rapporten.

Stasjon	Replikat	Antall individer	Antall arter	Shannon-Wiener, H'	Jevnhet, J	H' -max	SFT-tilstandsklasse
Stasjon 1	1	186	27	3,42	0,72	4,75	II
	2	181	24	3,07	0,67	4,58	II
	3	68	20	3,51	0,79	4,32	II
	4	262	24	3,11	0,68	4,58	II
	5	193	21	2,95	0,67	4,39	III
3 Stasjon 1		890	43	3,36	0,62	5,43	II
Stasjon 2	1	85	28	4,26	0,89	4,81	I
	2	82	34	4,44	0,87	5,09	I
	3	82	36	4,89	0,95	5,17	I
	4	133	42	4,68	0,87	5,39	I
	5	321	58	4,74	0,81	5,86	I
3 Stasjon 2		703	78	5,11	0,81	6,29	I
Stasjon 3	1	108	24	3,53	0,77	4,58	II
	2	74	19	3,31	0,78	4,25	II
	3	51	15	3,29	0,84	3,91	II
	4	100	15	2,62	0,67	3,91	III
	5	99	22	3,46	0,78	4,46	II
3 Stasjon 3		431	38	3,57	0,68	5,25	II
Stasjon 4	1	151	45	5,06	0,92	5,49	I
	2	135	38	4,23	0,81	5,25	I
	3	146	31	3,94	0,79	4,95	II
	4	124	30	4,18	0,85	4,91	I
	5	143	29	3,91	0,80	4,86	II
3 Stasjon 4		699	71	4,75	0,77	6,15	I
Stasjon 5	1	185	42	4,75	0,88	5,39	I
	2	150	31	4,15	0,84	4,95	I
	3	146	42	4,69	0,87	5,39	I
	4	105	34	4,39	0,86	5,09	I
	5	87	32	4,48	0,90	5,00	I
3 Stasjon 5		673	66	5,01	0,84	6,04	I

På stasjon 2, ved det gamle utslippspunktet, ble det alt i alt funnet 703 individer fordelt på 78 arter, noe som gir en diversitet på hele 5,11 og tilsvarer SFTs tilstandsklasse I= "meget god". Individene var jevnt fordelt mellom artene, noe som også ga seg utslag i en høy jevnhet på 0,81. De tre mest tallrike artene var børstemakkene *Owenia fusiformis*, *Myriochele oculata* og *Jasmineira caudata*, som til sammen utgjorde 32 % av individantallet.

På stasjon 3, på det dypeste stedet i Stokksundet med mest sedimenterende forhold, ble det til sammen i de fem parallellene registrert 431 individer fordelt på 38 arter, og diversiteten ble beregnet til 3,57 (jevnheten var 0,68), hvilket gir SFTs tilstandsklasse II = "god". Flere av artene som forekommer i høyt antall er typiske ved moderat organisk belastning, men også her er de fleste helt "vanlige" arter. De fem

mest tallrike artene var børstemakkene *Cerathocephale loveni* (24 %), *Heteromastus filiformis* (19 %), *Myriochele oculata* (16 %), *Paramphinome jeffreysii* (7 %) og skjellet *Thyasira sarsi* (6 %).

På stasjon 4, ved det nåværende utslippspunktet for sivevann, ble det funnet 699 individer fordelt på 71 arter med en diversitet på 4,75. Dette gir SFTs tilstandsklasse I= "meget god". Individene var jevnt fordelt mellom artene, noe som også ga seg utslag i en høy jevnhet på 0,77. De fire mest vanlig forekommende artene på dette stedet var børstemakkene *Myriochele oculata* (17 %), *Chaetozone setosa* (9 %), *Owenia fusiformis* (7,5 %) og pigghuden *Lapidoplaz buski* (13 %).

På den nye stasjon 5, innerst i Storevikvågen, var det også en rik og variert fauna. Det ble funnet 673 individer fordelt på 66 arter, og jevnheten var høy (0,84) siden individene var jevnt fordelt mellom artene. Diversitetsindeksen ble beregnet til 5,01 hvilket gir SFTs tilstandsklasse I= "meget god". Det var ingen arter som dominerte spesielt, og de fire mest vanlig forekommende var børstemakkene *Heteromastus filiformis*, *Macrochaeta clavicornis*, *Owenia fusiformis* og *Trichobranchus roseus*. Disse utgjorde til sammen 30 % av faunaen.

Bunndyrsundersøkelsen viser at det i 2004 var gode og tilfredsstillende forhold for bunndyr i sjøområdet nedenfor Svartasmoget, rundt tidligere og nåværende utslipp og utover i resipienten. Til og med ved det dypeste i Stokksundet var miljøforholdene "gode" vurdert ut fra det biologiske mangfoldet, selv om artsantallet og individtettheten her var lavere enn på de øvrige stasjonene.

Miljøgifter i organismer

Generelt var det lite metaller i blåskjell fra alle tre stedene (**tabell 12**). Nivået av de fleste metaller var imidlertid lavest på Midtre Storevikholmen, litt høyere på Klakksøy og høyest langs land ved Svartasmoget. Nivået av tungmetaller i blåskjellene var likevel alle stedene godt under det forventede høyeste bakgrunnsnivå, slik at tungmetallinnholdet alle tre stedene tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig til lite forurenset".

Tabell 12. Analyser av miljøgifter i blåskjell på de tre stedene langs land i Stokksundet. Blåskjell er hentet fra Klakksøy, Midtre Storevikholmen og i strandsonen nedenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter. SFT-tilstanden (1997) er markert i parentes for aktuelle parametre. For miljøgifter i sediment benyttes følgende SFT tilstandsvurdering: I = Ubetydelig-lite forurenset til V = Meget sterkt forurenset.

FORHOLD	Enhet	Sted 1 = Klakksøy	Sted 2=Storevikholmen	Sted 3 = Svartasmoget
Tørrstoff	%	12,8	12,8	12,4
Bly (Pb)	mg/kg	0,30 (I)	0,40 (I)	0,58 (I)
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,25 (I)	0,25 (I)	0,33 (I)
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,010 (I)	0,011 (I)	0,009 (I)
Arsen (As)	mg/kg	2,7 (I)	2,7 (I)	3,1 (I)
Kobber (Cu)	mg/kg	1,3 (I)	1,0 (I)	1,1 (I)
Krom (Cr)	mg/kg	0,17 (I)	0,10 (I)	0,10 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	25 (I)	27 (I)	31 (I)
Nikkel (Ni)	mg/kg	0,32 (I)	0,18 (I)	0,23 (I)
Fluorene	: g/kg	0,8		
Phenanthrene	: g/kg	3,7	2,1	2,6
Fluoranthene	: g/kg	1,4	1,2	1,5
Pyrene	: g/kg	1,4	0,7	0,9
Chrysene	: g/kg	1,5	1,2	1,2
∑ PAH 16 EPA	: g/kg	8,8 (I)	5,2 (I)	6,2 (I)

Bare de lette, ikke kreftfremkallende PAH-forbindelsene (3-4 aromatiske ringer) ble funnet i bløtvev fra skjell alle tre stedene (**tabell 12**), og nivået var lavt. Miljøtilstanden for Sum PAH på alle tre stedene tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="Ubetydelig-lite forurenset". Det ble ikke påvist PCB eller DDT i skjell på noen av stedene.

Strandsoneanalyse

Lokalitetene 1 - 4 er alle forholdsvis bratte fjellskråninger som ligger relativt beskyttet til innenfor Storevikholmene. Dominerende arter dyr i fjæresonen var rur (*Semibalanus balanoides*), det var flekkvise forekomster av purpursnegl (*Nusella lapillus*), albueskjell (*Patella vulgata*) og spredte forekomster av vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) og blåskjell (*Mytilus edulis*). Av tangvegetasjon dominerte brunalgene, og av disse var blæretangen (*Fucus vesiculosus*) mest dominerende på de mest eksponerte stedene, med et større innslag av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) der eksponeringen var lavest. Ingen av stedene så ut til å være noe særlig endret siden undersøkelsen i 2000 med omsyn til hvilke arter planter og dyr som var representert på hvert sted, og det så heller ikke ut til å ha skjedd noen forskyvning av artene i forhold til hverandre på hvert sted (**tabell 13**).

På lokalitet 1, der som utslippet går i sjøen, var det som i år 2000, betydelige mengder grønnalger på mur- og steinfyllingen i strandsonen (**figur 9**). Nede i fjæra var det ellers en god del blæretang (*Fucus vesiculosus*), rur (*Semibalanus balanoides*), purpursnegl (*Nusella lapillus*), og noen albueskjell (*Patella vulgata*) og vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*).

Tabell 13. Registrerte planter og dyr på de samme tre stedene i strandsonen nedenfor Svartasmoget som ble undersøkt i 2000. Det fjerde stedet er bare dokumentert ved fotografering

Arter	Latinske navn	Lokalitet 1	Lokalitet 2	Lokalitet 3
Messinglav	Xanthoria		spredt	spredt
Marebek	<i>Calothrix/Verrucaria maura</i>		mye	noe
Grønnalger		mye		mye
Grønske	<i>Enteromorpha sp.</i>		observert	
Sauetang	<i>Pelvetia canaliculata</i>		spredt	spredt
Blæretang	<i>Fucus vesiculosus</i>	mye	betydelig	noe
Sagtang	<i>Fucus serratus</i>		noe	
Grisetang	<i>Ascophyllum nodosum</i>		betydelig	mye
Grisetangdokke	<i>Polysiphonia lanosa</i>		noe	
Fjæreblod	<i>Hildenbrandia rubra</i>		observert	
Rødalger	Rhodophyta			
Vanlig strandsnegl	<i>Littorina littorea</i>	spredt		spredt
Purpursnegl	<i>Nusella lapillus</i>	betydelig	betydelig	spredt
Albuesnegl	<i>Patella vulgata</i>	spredt	noe	noe
Rur	<i>Semibalanus balanoides</i>	mye	mye	noe
Blåskjell	<i>Mytilus edulis</i>		obsrvert	



Figur 9. Lokalitet 1. **Venstre og høyre:** Steinfyllingen og utslippsledningen.. En ser bl.a. grønnalger, blæretang (*Fucus vesiculosus*) og rur (*Semibalanus balanoides*). Alle bildene er tatt ved befaringen 22. juni 2004.



Figur 10. Lokalitet 2. Bildene fra **øverst til venstre og høyre og nederst til venstre** viser lokaliteten fra ytterst til innerst nærmest steinfyllingen og avløpet Lengst ute dominerer blæretang (*Fucus vesiculosus*), lengst inne er det mye grisegang (*Ascophyllum nodosum*). Hele veien er der mye marbek (*Verrucaria maura*) og rur (*Semibalanus balanoides*), samt spredte kolonier av purpurnegl (*Nusella lapillus*, bilde **nederst til høyre**).

På lokalitet 2, i strandsonen til nord for utslippet, var det som i år 2000 en variert tangvegetasjon og fauna. Det ble ikke registrert grønnalger. Det var mye rur (*Semibalanus balanoides*) og spredte forekomster av purpurnegl (*Nusella lapillus*) i hele området, mest blæretang (*Fucus vesiculosus*) lengst vekk fra avløpet, og mest grisatang (*Ascophyllum nodosum*) helt innerst i område 2 nærmest utslippsstedet (**figur 10**).

På lokalitet 3 var det som i år 2000 rødbrune avsetninger, noe som trolig skyldes avsig fra massene som ble omplassert ved komposteringsanlegget i 1998-1999 (Botnen m. fl. 2001). Disse massene har imidlertid lagt i bero siden forrige undersøkelse, men ser fremdeles ut til å avgi avsig nok til en moderat påvirkning i strandsonen. Grønnalgeforekomstene var betydelige, og skyldes ferskvannspåvirkning og/eller rik næringstilgang. Ellers var det en normal forekomst av brunalger som sauetang (*Fucus vesiculosus*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og grisatang (*Ascophyllum nodosum*). Albuesnegl (*Patella vulgata*) og rur (*Semibalanus balanoides*) var til stede i noen grad, samt at der også var spredte forekomster av vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) og purpurnegl (*Nusella lapillus*) (**figur 11**).



Figur 11. Lokalitet 3. Både på bilde **til høyre** og **venstre** sees de rødbrune avsetningene på fjellet over fjæra, der en ellers ser grønnalger, grisatang (*Ascophyllum nodosum*), albueskjell (*Patella vulgata*) og rur (*Semibalanus balanoides*). Alle bildene er tatt ved befaringen 22. juni 2004.

Stokksundet og EUs vanndirektiv

I forbindelse med EUs vanndirektiv vil Stokksundet utgjøre en naturlig vannforekomst, og de undersøkte områdene utgjør en liten del av denne store forekomsten.

Vannforekomsten vil, i henhold til Havforskningsinstituttets nylig gjennomførte typifisering, være en **CNs3 = beskyttet kyst/fjord**, basert på følgende forhold:

- Økoregion Nordsjøen,
- Polyhalin 18-30 ‰
- Beskyttet
- Delvis lagdelt, uten stagnerende dypvann
- Tidevann

Den undersøkte delen av Stokksundet, nær og ved utslippet fra Svartasmoget avfallsdeponi, har i 2004 minst **“god økologisk status”**, sannsynligvis også innenfor **“høy økologisk status”**, basert på de undersøkte elementer. Der det er forskjell mellom de første sedimentprøvene fra 22.juni og de nye fra 1.desember, er de siste benyttet siden disse sikrest representerer de øverste lag av sedimentet og beskriver dagens situasjon best:

Biologiske forhold:

Rik og lite påvirket bunnfauna (SFT tilstand I / II = "meget god / god")

Lite miljøgifter i strandlevende organismer (SFT-vurdering I = "ubetydelig - lite forurenset")

Kjemiske forhold:

Lite metaller i sedimentet alle steder (SFT tilstand I= "ubetydelig-lite forurenset")

Lite med PAH-miljøgifter i sedimentet 4 av 5 steder (SFT tilstand I= "ubetydelig-lite forurenset")

Lite med PCB-miljøgifter i sedimentet alle steder (SFT tilstand I= "ubetydelig-lite forurenset")

Sediment-tilstand pH/Eh som naturtilstand (tilstand 1 etter NS 9410)

Organisk stoff i sedimentet mellom SFT tilstand II="god" to steder, III="mindre god" to steder og V = "meget dårlig" ved det dypeste. Dette kan ikke tillegges vekt når alt øvrig er "minst god".

Fysiske forhold:

God oksygenmetning til bunns (SFT tilstand I = "meget god")

Ingen inngrep som endrer vannstrømming, vannutskifting og temperatur eller oksygenforhold

VURDERING AV TILSTAND OG UTVIKLING

Svartasmoget avfallsdeponi i Fitjar kommune har sitt avløp for sigevann på 70 meters dyp i en bratt bakke i sjøområdet ved Storevikholmane ut mot Stokksundet. Her er det ingen terskel, og det er derfor ingen avstengte og stagnerende vannmasser i de dypere områdene i sundet, som er over 150 m dypt midt i Stokksundet ca 500 m vest for avløpet. Bunnen i dette området er relativt flat, men det dybdes gradvis sørover i Stokksundet og grunnest gradvis nordover. Utslippet ligger i tilknytning til en stor resipient med gode strøm- og utskiftingsforhold og betydelig resipientkapasitet.

Det er ikke stagnerende vannmasser rundt utslippet, og det ble funnet en høy andel av sand og lav andel av silt og leire i sedimentet. Midt ute i Stokksundet er det imidlertid sedimenterende forhold, og ved det dypeste og relativt flate området midt i sundet var sedimentet derfor dominert av silt og leire med en andel på hele 77 %.

Det er god strøm gjennom Stokksundet, noe som flere måleserier av strøm på ulike oppdrettslokaliteter har vist. Eksempelvis ble det i januar-februar 2001, i en generelt strømstille tid på året, målt strøm på oppdrettslokaliteten Storevikholmen ca 50 m sør for Søre Storevikholmen og ca 600 m fra utslippsstedet fra Svartasmoget på 8, 30 og 57 m dyp. Den gjennomsnittlige strømhastigheten ble i løpet av en måned målt til 3,1 cm/s på 8 m dyp (vannutskiftingsstrømmen), 2,7 cm/s på 30 m dyp (spredningsstrømmen) og 1,9 cm/s på 57 m dyp (bunnstrømmen) (Tveranger 2001). Dette tilsvarer "middels sterk strøm" på alle dyp i henhold til Rådgivende Biologer sitt klassifiseringssystem for strømhastighet (**tabell 14**).

I juli-august 2004 ble det også målt strøm på en oppdrettslokalitet like nord for Koløyholmen ca 1,5 km nord for utslippsstedet. Her ble det i løpet av en måned målt en gjennomsnittlig strømhastighet på 8 m dyp på 4,8 cm/s (vannutskiftingsstrømmen), 2,1 cm/s på 32 m dyp (spredningsstrømmen) og 4,3 cm/s på 64 m dyp (bunnstrømmen) (Brekke mfl. 2005). Dette tilsvarer "sterk strøm" på 8 m dyp, "middels sterk strøm" på 32 m dyp og "meget sterk strøm" på 64 m dyp nær bunnen.

Tabell 14. Rådgivende Biologer AS sin klassifisering for vurdering av gjennomsnittlig strømhastighet, basert på fordelingen av empiriske måledata fra mer enn 200 måleserier på Vestlandet.

Tilstandsklasser	I	II	III	IV	V
	svært svak	svak	middels sterk	sterk	svært sterk
Vannutskiftingsstrøm (cm/s)	< 1,8	1,8 - 2,5	2,6 - 4,5	4,6 - 7	> 7
Spredningsstrøm (cm/s)	< 1,4	1,4 - 2,0	2,1 - 2,7	2,8 - 4	> 4
Bunnstrøm (cm/s)	< 1,3	1,3 - 1,8	1,9 - 2,5	2,6 - 3	> 3

Utslippets innlagringsdyp kan forventes å ligge på rundt 55 - 60 meters dyp, dvs i et relativt aktivt og strømsterkt sjikt der en kan forvente god spredning og en effektiv og rask fortykning av sigevannet. De oppløste stoffene vil således kunne forventes å bli fortyknet og spredd effektivt, - både sørover og nordover i Stokksundet, mens de ikke-vannløselige tilførselene vil bli spredd over betydelige bunnområder og bare i liten grad sedimentere lokalt.

Sedimentkvalitet

Resultatene viser at sedimentet var mest finkornet (77,1 % silt og leire) på det dypeste stasjon (stasjon 3) midt i det relativt flate området i Stokksundet. Dette er som forventet og i samsvar med tidligere undersøkelser utført i 1996 og 2000 (Tvedten m. fl. 1997, Botnen m. fl. 2000 og Johansen m. fl. 2001, jf. **tabell 15**). I det lille og svakt tersklete dypbassenget rett nedenfor avfallsdeponiet kunne det forventes sedimenterende forhold på stasjon 1, men resultatene tilsier at dette ikke er tilfelle. Andelen silt og leire var 24,6 %, og det var et høyt innhold av sand (74,8 %). I den skrånende og utersklete bakken ned mot Stokksundet på stasjonene 2 og 4 henholdsvis nær det gamle og det nye utslippet, var det heller ikke sedimenterende forhold. Andelen silt og leire var henholdsvis 6,6 % og 23,4 %, og siden sedimentet var grovkornet, indikerer det relativt gode strøm- og utskiftingsforhold i området.

Sedimentet var svært grovkornet på stasjon 5 innerst i Storevika med et høyt innhold av sand og grus. Dette kan skyldes at en har god utskifting både på grunn av elven som renner ut i Storevika (estuarin sirkulasjon) slik at en ikke får noe særlig sedimentasjon av finpartikulært materiale. Siden det er relativt grunt et langt stykke utover i Storevika, kan også tidevannet ha betydning for at det er gode utskiftingsforhold her.

Tørrstoffinnholdet var høyt i alle prøvene bortsett fra på stasjon 3, dvs. mellom 58 og 81%. De relativt høye verdiene skyldes at alle prøvene inneholdt mye primærsediment og lite organisk stoff. Det gjennomsnittlige glødetapet, som er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, var tilsvarende lavt og var 2,4 % på stasjon 1, 3,5 % på stasjon 2 og henholdsvis 3,4% og 2,7% på stasjon 4 og 5. Dette indikerer gode omsetningsforhold for organisk materiale på alle disse stedene. Tørrstoffinnholdet på stasjon 3 er lavt (drøyt 32 %) fordi prøvene er tatt i et sedimenterende område, og prøvene inneholder en del organisk stoff. På stasjon 3 var glødetapet tilsvarende høyt, dvs 9,8 %, noe som indikerer dårligere omsetningsforhold her. En regner med at det vanligvis er 10% eller mindre i sediment der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Det siste antas å være tilfellet her. Resultatene avviker lite fra tidligere undersøkelser når det gjelder sedimentkvalitet, og antyder omtrent de samme forholdene på de stedene som tidligere er undersøkt (Tvedten m. fl. 1997, Botnen m. fl. 2000 og Johansen m. fl. 2001, jf. **tabell 15**).

Innholdet av organisk stoff i sedimentet ble beregnet til et normalisert TOC innhold på henholdsvis 23,2 og 26,7 mg C/g på stasjon 1 i bassenget nedenfor Svartasmoget og stasjon 5 i Storevikvågen, og dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse II = "God" på disse stedene. På stasjon 2 ved det gamle avløpet og stasjon 4 ved det nye avløpet var innholdet av gjennomsnittlig normalisert TOC på henholdsvis 30,9 og 27,3 mg C/g, og dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god". På stasjon 3 midt i Stokksundet var det et gjennomsnittlig TOC-innhold på 43,2 mg C/g, og dette tilsvarer tilstandsklasse V = "Meget dårlig" SFTs tilstandsklassifisering for organisk innhold i sedimentene er imidlertid ikke uten videre egnet til formålet. Det er vanskelig å forklare at sedimentkvaliteten skal være dårlig når alle andre undersøkte parametre for sedimentkvalitet og dyr også er gode. Dette er vanlig å finne i slike sediment langs kysten, og denne SFTs klassifisering blir derfor ikke tillagt vekt i den videre vurderingen.

Sedimentet på alle stedene (stasjon 1-5) hadde nemlig normale pH-verdier med elektrodepotensial tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen, klassifisert til beste tilstandsklasse 1 i henhold til NS 9410. Dette gjaldt også alle parallellene. Totalt sett er nedbrytingsforholdene gode, med god tilgang på oksygen alle stedene. Dersom man tar utgangspunkt i IFM sine glødetapstall på de forskjellige stasjonene funnet i 1996 og 2000 og regner dette om til et normalisert TOC-innhold ut fra prøvene sin andel av silt og leire, ser man at disse verdiene samsvarer med undersøkelsen i 2004 (**tabell 15**). Stasjon 1, Stasjon 2 og Stasjon 3 havner i samme tilstandsklasse som i 2004, mens Stasjon 4 (ved avløpet) i 2000

hadde et normalisert TOC innhold rett under 27 mg C/g, og således fikk SFT-tilstand II ("God"). Undersøkelser over de siste 8 årene viser at tilstanden og miljøkvaliteten i sedimentene er relativt konstant over tid og ikke under endring. Det er ingenting som tyder på at det undersøkte området får tilført mer organisk materiale enn det er i stand til å omsette. Dette indikerer gode miljøforhold, og at området har god evne til å omsette organisk materiale i sedimentet.

Tabell 15. Sammenligning av sedimentkvalitet på de fem Stasjonene i Stokksundet ved de tre undersøkelsene i 1996, 2000 og 2004.

Forhold	Enhet	Stasjon			Stasjon 2			Stasjon 3			Stasjon 4		Stasjon 5
		1996	2000	2004	1996	2000	2004	1996	2000	2004	2000	2004	2004
Leire og silt	%	34	23	24,6	14	13	6,6	100	99,2	77,1	21	23,4	11,9
Sand	%	66	71	74,8	64	82	85,2	0	0,8	22,9	71	64,6	55,1
Grus	%	0	6	0,6	12	5	8,2	0	0	0	8	12,0	33,0
Glødetap	%	2,2	1,9	2,4	4,1	3,9	3,5	12,6	12,0	9,8	3,0	3,4	2,7
TOC	mg/g	8,8	7,6	9,6	16,4	15,6	14,1	50,4	48,0	39,1	12,0	13,5	10,8
Normalisert TOC	mg/g	20,7	21,5	23,2	31,9	31,3	30,9	50,4	48,1	43,2	26,2	27,3	26,7

Miljøgifter i sediment

Sedimentprøvene ble analysert for en hel rekke ulike typer miljøgifter og metaller (se **vedleggstabell 4** bakerst i rapporten). For stasjonene 3 og 4 ble det samlet inn sedimentprøver både 22.juni og 1.desember 2004. Grunnlaget for disse ekstra prøvene er diskutert innledningsvis, og resultatene er så vurdert samlet etterpå.

Ny prøvetaking

På disse to stasjonene, ved det dypeste i Stokksundet (stasjon 3) og ved det nye utslippet (stasjon 4), ble det ved prøvetakingen i juni funnet miljøgifter i betydelig grad, men bare i enkelte av de tre parallelle prøvene. Det gjelder PCB, som ble funnet begge steder, mens DDT bare ble funnet ved det dypeste. DDT er ikke påvist i sigevannet fra Svartasmoget, mens PCB er påvist i moderate mengder. Den nye prøvetakingen i desember skulle prøve å redusere sannsynligheten for at disse resultatene kan tilskrives "gamle synder", samtidig som det var ønskelig å redusere den noe uforklarlige variasjonen mellom de ulike parallellene. Særlig ved det dypeste i Stokksundet skulle en erfaringsmessig forvente en betydelig grad av jevnhet mellom prøvene.

De nye prøvene ble derfor samlet inn ved at det ble tatt ut fire paralleller fra ett og samme grabbhogg fra hvert av de to stedene, samtidig som en var særlig nøye med å ta ut prøven av den aller øverste cm av sedimentet, slik at prøven representerer de siste årenes tilførsler. I tillegg ble en av de fire parallelle prøvene sendt til annet laboratorium for analyse, slik at en eventuelt også kunne sjekke ut denne variabelen. Resultatene viste at en oppnådde en reduksjon i variasjon mellom de tre parallellene fra begge de to stedene, og at innholdet av miljøgifter i disse helt garantert "nyere" sedimentene var svært mye lavere enn ved første prøvetaking.

Tungmetaller i sedimentet

Tungmetallinnholdet i sediment fra de ulike Stasjonene var generelt lavt, men det ble påvist flest tungmetaller og høyest konsentrasjon av disse på stasjon 3 midt ute i Stokksundet ca 800 m vestnordvest for utslippet (**tabell 16**). Dette er som forventet siden en her har de mest sedimenterende forholdene.

For kvikksølv og bly tilsvarte innholdet SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". For alle de øvrige metallene og på de stasjonene, ble det påvist så små mengder at konsentrasjonen tilsvarende SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset". Dette indikerer en ubetydelig miljøpåvirkning av tungmetaller fra eventuelle lekkasjer av sigevann i nærheten rundt utslippsstedet.

Undersøkelsene i 1996 og 2000 viser omtrent de samme forholdene mellom stasjonene og nivå av tungmetaller i sediment på den enkelte stasjon som undersøkelsen i 2004 (Tvedten m. fl. 1997, Botnen m. fl. 2000 og Johansen m. fl. 2001). Tungmetallinnholdet i sediment fra de ulike Stasjonene var generelt lavt, men også i 2000 ble det påvist høyest konsentrasjon av disse på stasjon 3. Generelt ble det ved undersøkelsene i 1996 og 2000 funnet noe flere metaller og/eller litt høyere nivå av de ulike metallene på de fire Stasjonene som er undersøkt tidligere. Konsentrasjonene ligger imidlertid innenfor samme miljøtilstandsklasse i hele undersøkelsesperioden, bortsett fra bly på stasjon 2. Dette kan ha sammenheng med at tidligere undersøkelser viser et noe høyere nivå på Stasjon 2 ved det gamle utslippet. I 1996 og 2000 ble det funnet et blyinnhold på henholdsvis 30,3 og 31,2 mg/kg (tilsvarende SFTs miljøtilstand II = "Moderat forurenset"), og dette er omtrent det dobbelte av nivået som ble funnet i år. Det samme gjelder for sink. Sigevannsledningen ble flyttet i 2000 til et nytt Stasjon 30 m dypere, men det er ikke observert noen økning i metaller i sedimentet her i 2004 enn ved tidligere undersøkelser.

Av tungmetallene, så er det i perioden 1999 - 2003 en relativt betydelig reduksjon i utslippsmengden av kadmium, sink, bor og arsen fra sigevannsutslippet. For de andre metallene er utslippsmengden relativt konstant eller svakt økende (**tabell 2**). Selv om innholdet av metaller i sigevannet altså er betydelig, er konsentrasjonene i sedimentet rundt avløpet lavt, noe som indikerer gode utskiftings- og fortynnings- og spredningsforhold her.

Tabell 16 Sammenligning av tungmetallinnhold og organiske miljøgifter i sediment (PAH, PCB) ved de tre undersøkelsene i 1996, 2000 og 2004. Bare de metallene som er målt i 1996, 2000 og 2004 er tatt med i oversikten. I.p. = ikke påvist. I.m. = ikke målt. "Ny" viser til analyseresultatene fra Eurofins-laboratoriet fra prøvene tatt 1. desember 2004.

Forhold	Enhet	Stasjon 1			Stasjon 2			Stasjon 3				Stasjon 4			Stasjon 5
		1996	2000	2004	1996	2000	2004	1996	2000	2004	ny	2000	2004	ny	2004
Bly (Pb)	mg/g	12,4	7,68	12	30,3	31,2	14	19,5	47,3	47	49	18	23	15	9
Kadmium (Cd)	mg/g	0,07	0,04	i.p.	0,18	0,1	i.p.	0,07	0,08	i.p.	i.p.	0,05	i.p.	i.p.	i.p.
Kobber (Cu)	mg/g	3,7	9,5	4	8,9	16,7	i.p.	4,2	30,1	22	28	8,6	3	7	i.p.
Krom (Cr)	mg/g	11,5	14,5	13	9,3	8,4	4	13,3	46,6	45	46	16,6	18	18	9
Kvikksølv (Hg)	mg/g	0,03	0,04	i.p.	0,05	0,06	i.p.	0,04	0,20	0,16	0,12	0,06	0,03	i.p.	i.p.
Sink (Sn)	mg/g	28,4	35,4	41	56,3	55,6	22	39,7	117	110	120	45,2	51	43	29
Benzo(a)pyren	mg/g	i.m.	<0,001	i.p.	i.m.	0,002	i.p.	i.m.	0,014	0,02	0,02	<0,001	i.p.	i.p.	i.p.
∑ PAH (16)	mg/g	i.m.	0,064	i.p.	i.m.	0,080	i.p.	i.m.	0,792	0,56	0,38	0,086	0,15	0,05	i.p.
∑ PCB (7)	mg/g	i.p.	0,010	i.p.	0,004	0,005	i.p.	0,001	0,014	0,68	i.p.	<0,005	0,303	i.p.	i.p.

PAH

For PAH-stoffene ble det påvist få forbindelser og lave konsentrasjoner på alle de fem stasjonene bortsett fra på stasjon 3 der det ble funnet mange forbindelser og en samlet konsentrasjon på omtrent det dobbelte av høyeste forventede bakgrunnsnivå, tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". Dette indikerer en ubetydelig miljøpåvirkning av PAH-stoffer i sediment i nærsone rundt utslippsstedet og en moderat miljøpåvirkning videre utover i resipienten. Dette henger trolig også sammen med de gode utskiftingsforholdene rundt utslippsstedet, der PAH-stoffene fraktes bort og fortynnes fra utslippsstedet og sedimenterer i det mer stillestående og sedimenterende området midt ute i Stokksundet. Ved det dypeste i resipienten er det sannsynlig at også andre og betydelige utslipp til Stokksundet også er med og påvirker tilstanden. Det kan ikke påvises at bassenget nedenfor Svartasmoget og Storevikvågen er påvirket av eventuelle lekkasjer av PAH-stoffer fra deponiet.

PAH stoffer dannes ved alle former for forbrenning av organisk materiale. Gruppen oljerelaterte forbindelser (naftalen og fenantren) utgjorde henholdsvis 10% og 7 % av PAH-stoffene på stasjon 3 og 4, mens gruppen forbrenningsrelaterte forbindelser utgjorde resten. Henholdsvis 72 % og 86 % av de forbrenningsrelaterte forbindelsene på stasjon 3 og 4 tilhører gruppen av sannsynlige eller mulige carcinogener KPAH (IARC 1987).

Undersøkelsene i 2000 påviste lave konsentrasjoner av 3 PAH (16) og benzo(a)pyren på stasjon 1 og 2 (**tabell 16**), mens dette ikke ble påvist i år. På stasjon 4 ved dagens utslipp ble det ved prøvetakingen i juni 2004 påvist en dobling av 3 PAH (16) i forhold til 2000, mens prøvetakingen i desember 2004 viste at en var tilbake til og under nivået fra 2004 fortsatt er ikke økningen større enn at det ligger innenfor SFTs miljøtilstandsklasse I (Ubetydelig-lite forurenset). Dette antyder muligheten for en moderat økning, noe som vil kunne forventes ut fra at undersøkelsen i 2000 ble tatt året etter endret plassering av sigevannsledningen, mens vår undersøkelse viser tilstanden 5 år etter endret plassering. Benzo(a)pyren ble ikke påvist i år, men forekom i lave konsentrasjoner i 2000 (Tvedten m. fl. 1997, Botnen m. fl. 2000 og Johansen m. fl. 2001). På stasjon 3 ute i resipienten var nivået av 3 PAH (16) gått ned ca 30 % siden 2000 mens nivået av benzo(a)pyren var gått litt opp (ca 43 %). Endringene er ikke større enn at sedimentet her får tildelt samme miljøtilstandsklasse, dvs tilstand II= "moderat forurenset."

Mengden påvist PAH i sigevannet synes imidlertid å øke kraftig fra 2000 til 2001 (**tabell 2**). Dette er parametre som undersøkes få ganger årlig, og tallet ganges så opp til å gjelde hele året. Tilfeldigheter ved prøvetakingen og hvilke sigevannsmengder disse egentlig representerer, vil dermed kunne gi seg betydelige utslag mellom år. Så selv om den beregnede mengden PAH i sigevannet går ned i 2002 og 2003, men fortsatt ligger høyt over nivået for årene 1999 og 2000, kan ikke denne store variasjonen tillegges for stor vekt.

PCB

Det ble ikke påvist PCB-stoffer i sediment fra noen av stasjonene 1, 2 eller 5, men ved prøvetakingen i juni ble det påvist en svært høy konsentrasjon av PCB i noen av parallellene fra stasjonene 3 og 4 (**tabell 16**), og dette gav SFTs tilstandsklasse V="meget sterkt forurenset".

Ved gjentatt prøvetaking av det aller øverste sedimentlaget på de samme stedene i desember, ble det i Eurofins analyser ikke påvist PCB på disse to stedene, mens analyseresultatene fra Chemlab Services viste moderat konsentrasjoner tilsvarende SFTs klasse II = "moderat forurenset" (**tabell 10** foran). Disse nye prøvene ble tatt med den ehnsikt å redusere variasjonen og for å sikre at det var de nyeste sedimentene som ble analysert. Disse er derfor tillagt mest vekt ved de videre vurderingene.

På stasjon 1 ble det i 1996 ikke påvist PCB, mens det i 2000 ble påvist et PCB-innhold på 0,010 mg/kg Σ PCB (7) tilsvarende miljøtilstand II="moderat forurenset" (Tvedten m. fl. 1997, Botnen m. fl. 2000 og Johansen m. fl. 2001). På stasjon 2 ble det i 2000 påvist et PCB-innhold på 0,005 mg/kg Σ PCB (7) tilsvarende miljøtilstand I="ubetydelig-lite forurenset". Det ble ikke påvist PCB på disse stedene i 2004.

På stasjon 3 ble det i 1996 påvist et PCB-innhold på 0,001 mg/kg Σ PCB (7) tilsvarende miljøtilstand I="Ubetydelig-lite forurenset". I 2000 ble det påvist et PCB-innhold på 0,014 mg/kg Σ PCB (7) tilsvarende miljøtilstand II="moderat forurenset", mens det i desember 2004 ble påvist en tilsvarende PCB-mengde på 0,012 mg/kg Σ PCB (7). På stasjon 4 ble det i 2000 påvist et PCB-innhold på <0,005 mg/kg Σ PCB (7) tilsvarende miljøtilstand I="ubetydelig-lite forurenset", mens det i desember 2004 ble påvist en tilsvarende PCB-mengde på 0,008 mg/kg Σ PCB (7) men såvidt over grensen til miljøtilstand II="moderat forurenset". Resultatene viser således at det på alle de fire stasjonene er ingen reell endring i konsentrasjon.

DDT

Ved prøvetakingen i juni 2004 ble det på stasjon 3 ved det dypeste i Stokksundet påvist høye konsentrasjoner av DDT, tilsvarende SFTs tilstandsklasse V= "meget sterkt forurenset". Ved den gjentatte prøvetakingen fra desember 2004, der en var svært omhyggelig med å bare prøveta de aller øverste og nyeste sedimentene, ble det ikke foretatt en ny påvisning av DDT på de to stedene. Det er derfor rimelig å anta at det ikke har skjedd nye tilførsler av DDT til resipienten de siste 10-15 årene, og at de store variasjonene i prøvene fra juni må tilskrives at en har prøvetatt litt ulikt dybdesjikt av sedimentet. Det sedimenterer årlig en lite lag på opp til en mm eller så, og ved å ta prøven kun et par mm dypere i sedimentet, går en på sett og vis tilbake i tid når det gjelder tilførsler. Den nye prøven representerer derfor de siste års tilførsler.

Disse tidligere tilførslene av DDT skyldes ikke tilførsler fra Svartasmoget, noe prøver av sigevannet viser (notat fra Interconsult datert 19.november 2004). Det er imidlertid påvist en stor kilde for DDT-forurensing ved en nedlagt minkfarm ved Storevik i Fitjar, et område som drenerer til Storevika (stasjon 5). Fylkesmannens miljøvernavdeling har i brev av 22.februar 2000 pålagt problemeier å utarbeide en plan for undersøkelse av området for å klarlegge omfanget av forurensningen. Problemeier fikk en 5-ukers frist, men ifølge Fitjar kommune foreligger det fremdeles ikke noen plan eller undersøkele av dette (Ove Gjerde, personlig meddellelse).

Oppsummering miljøgifter

Alle forhold tilsier at det er god vannutskifting rundt utslippet, noe som skulle tilsi at innholdet av metaller, PAH og PCB relativt raskt fortynnes og spres videre utover mot det dypeste i resipienten. Dette skulle tilsi et relativt lavt nivå av disse stoffene i sedimentet rundt selve utslippskilden og et noe høyere nivå der en har mer sedimenterende forhold og finkornet sediment midt ute i Stokksundet. Med omsyn til innhold av tungmetaller og PAH, så stemmer disse antakelsene godt med de faktiske resultatene. De samme forholdene ble også funnet ved en resipientundersøkelse utenfor avfallsdeponiet ved Vedvika i Vågsøy kommune våren 2004. Der var også konsentrasjonen av disse stoffene lavere ved utslippspunktet der det er god utskifting enn ute i resipienten der det er mer stillestående og sedimenterende forhold (Tveranger og Johnsen 2004).

Resipienten Stokksundet mottar imidlertid tilførsler av miljøgifter fra mange ulike andre kilder utenom sigevannet fra Svartasmoget. I en større undersøkelse fra 2000 (Johansen m. fl. 2001) ble det i Stokksundet målt PCB på 4 stasjoner der konsentrasjonene av PCB varierte mellom tilstand I="ubetydelig til lite forurenset" og tilstand IV="sterkt forurenset", og der den mest forurensete prøvetakingsstasjonen ikke var Stok 3 utenfor Svartasmoget. I samme undersøkelsen var dette den mest forurensete stasjonen med hensyn på PAH-stoffer med tilstand II="moderat forurenset", noe det også var på en av de andre tre stasjonene.

DDT i sedimentet midtfjords i Stokksundet stammer sannsynligvis fra en eldre kilde knyttet til en nedlagt minkfarm. Nye sedimenter synes ikke forurenset, og dette stammer uansett ikke fra sigevannet fra deponiet i Svartasmoget.

Bunnfauna

Bløtbunnsfauna ble samlet inn på de samme fem stedene som ved tidligere undersøkelser, og resultatene av disse og tidligere undersøkelser er oppsummert i **tabell 17**.

På stasjon 1, i bassenget nedenfor Svartasmoget avfallsdeponi, ble det til sammen i de fem parallellene registrert 890 individer fordelt på 43 arter, og diversiteten ble beregnet til 3,36, hvilket gir SFTs tilstandsklasse "God". Ved undersøkelsen i 2000 var det de samme artene som dominerte tallmessig (*Myriochele oculata* og *Owenia fusiformis*), og disse artene utgjorde da 63 % av faunaen. I 2000 utgjorde skjellet *Thyasira sarsi* 5,5 % av individantallet.

Diversiteten i 2000 ble beregnet til 3,00, mot 3,36 i 2004. Diversitet kan være et dårlig mål på miljøtilstand dersom få arter er dominerende i materialet, og det ellers er mange arter til stede som forekommer der det er tilfredsstillende miljøforhold. I dette tilfellet kan det se ut som at faunastrukturen, dvs tilstedeværende arter og hvilke av disse som dominerer i faunaen er relativt lik mellom de to siste undersøkelsene. Fra 1996 til 2000 hadde faunaen beveget seg i retning av tilstandsklasse III (Botnen m. fl. 2001), men dette skyldtes økt tetthet av børstemakkene *Myriochele oculata* og *Owenia fusiformis* og ikke generelt dårlig miljø. Det samme ble også observert ved denne undersøkelsen, og siden diversiteten har økt litt siden 2000, viser dette at det på stasjon 1 nedenfor Svartasmoget avfallsdeponi fortsatt er gode miljøforhold, og at det ikke har foregått noen negativ utvikling siden forrige undersøkelse.

Stasjon 2, ved det gamle utslippspunktet, hadde ut fra 703 individer fordelt på 78 arter en diversitet på hele 5,11, hvilket gir SFTs tilstandsklasse V= "Meget God". Individene var jevnt fordelt mellom artene, noe som også ga seg utslag i en høy jevnhet på 0,81. Ved undersøkelsene i 1996 (da sigevannsutslippet lå her) ble det funnet små mengder av børstemakken *Capitella Capitata*, en vanlig art i områder som mottar organisk materiale. Den høye arts- og individrikdommen som ble funnet i 1996 indikerer at det var gode forhold her for omsetning av organisk materiale. Sigevannsutslippet ble i 1999 flyttet noe lengre ut og på dypere vann. Børstemakken *Capitella Capitata* ble ikke funnet hverken i 2000 eller i år, noe som trolig henger sammen med denne flyttingen av utslippet og reduksjon i tilførsler av organisk materiale. Antall individer, antall arter og diversiteten har gått litt ned siden forrige undersøkelse (jf. **tabell 17**), noe som indikerer at den stimulerende effekten av næringstilførslene har avtatt. Den høye diversiteten indikerer likevel at det er meget gode miljøforhold på stasjon 2.

Tabell 17. Sammenligning av bunndyrsundersøkelsene i 1996, 2000 og 2004. Ved undersøkelsen i 1996 ble det benyttet en 0,2 m² grabb, mens det i 2000 og 2004 er benyttet en 0,1 m² grabb. Det er tatt 5 paralleller ved alle undersøkelsene.

Forhold	Stasjon 1			Stasjon 2			Stasjon 3			Stasjon 4		Stasjon 5
	1996	2000	2004	1996	2000	2004	1996	2000	2004	2000	2004	2004
Antall individer	1582	2501	890	1141	1377	703	2266	310	431	661	699	673
Antall arter	71	65	43	126	119	78	44	17	38	92	71	66
Shannon-Wiener, H'	3,94	3,00	3,36	5,98	5,90	5,11	3,27	2,39	3,57	5,17	4,75	5,01
Jevnhet, J	0,64	0,50	0,62	0,86	0,86	0,81	0,60	0,58	0,68	0,79	0,77	0,84
H'-max	6,15	6,02	5,43	6,98	6,89	6,29	5,46	4,09	5,25	6,52	6,15	6,04
SFT-tilstandsklasse	II	II	II	I	I	I	II	III	II	I	I	I

På stasjon 3, på det dypeste stedet i Stokksundet med mest sedimenterende forhold, ble det til sammen i de fem parallellene registrert 431 individer fordelt på 38 arter, og diversiteten ble beregnet til 3,57 (jevnheten var 0,68), hvilket gir SFTs tilstandsklasse "God". Det ble funnet flere arter og individer ved denne undersøkelsen enn ved undersøkelsen i 2000. Faunastrukturen ligner mer på det som ble funnet ved undersøkelsen i 1996, både med omsyn til hvilke arter som dominerte i prøvene og artssammensetningen. Denne undersøkelsen viser således et dyresamfunn av omtrent samme kvalitet som i 1996, noe som indikerer at de noe dårligere miljøforholdene som ble funnet i 2000 kan bero på tilfeldigheter ved prøvetakingen. Resultatene indikerer uansett at det har skjedd en positiv endring i faunasammensetningen på stasjonen fra 2000 til 2004, dvs fra tilstandsklasse III til II.

Stasjon 4, ved det nåværende utslippspunktet for sivevann, hadde ut fra 699 individer fordelt på 71 arter en diversitet på 4,75, hvilket gir SFTs tilstandsklasse V= "Meget God". Ved undersøkelsen i 2000 ble det funnet noe flere arter, og diversiteten var noe lavere i 2004. Endringene ligger imidlertid innenfor naturlig variasjon, og det høye artsantallet og tilstedeværelse av arter som er representative for et godt miljø tilsier at det fortsatt er meget gode miljøforhold på stasjon 4. Børstemakken *Capitella Capitata* ble ikke funnet i år, noe som indikerer at utslippet i liten grad påvirker dyresamfunnet i området. Dette indikerer også at det må være gode strøm- og utskiftingsforhold her, noe som effektivt sprer sivevannet og dets organiske innhold utover i området, samt at det også er gode miljøforhold for omsetning av organisk materiale i området.

Stasjon 5, innerst i Storevikvågen, hadde også en rik og variert fauna. Det ble funnet 673 individer fordelt på 66 arter, og jevnheten var høy (0,84) siden individene var jevnt fordelt mellom artene. Diversitetsindeksen ble beregnet til 5,01 hvilket gir SFTs tilstandsklasse V= "Meget God". Det er tidligere ikke gjort noen bunndyrundersøkelse her, og antall arter og individer samt den høye diversitetsindeksen indikerer at det er meget gode miljøforhold her, og at det er ingenting som tyder på noen negativ miljøpåvirkning på dyresamfunnet fra driften av Svartasmoget avfallsdeponi.

Bunndyrsundersøkelsen viser at det fortsatt er gode og tilfredsstillende forhold for bunndyr i sjøområdet nedenfor Svartasmoget, rundt tidligere og nåværende utslipp og utover i resipienten. Det er meget gode miljøforhold inne i Storevika. Det kan ikke påvises noen forverring med omsyn til kvaliteten på dyresamfunnet siden forrige undersøkelse.

Miljøgifter i organismer

Det ble samlet inn prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*) på ved Klakksøy, Midtre Storevikholmen og nedenfor avfallsdeponiet, og generelt var det lite metaller i blåskjell fra alle tre stedene. Nivået av de fleste metaller var imidlertid lavest på Midtre Storevikholmen, litt høyere på Klakksøy og høyest ved Svartasmoget. Nivået av tungmetaller tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig-lite forurenset" på alle tre stedene

Bare de lette, ikke kreftmrekkende PAH-forbindelsene (3-4 aromatiske ringer) ble funnet i lave konsentrasjoner i skjell alle tre stedene. Miljøtilstanden for Sum PAH på alle tre stedene tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig-lite forurenset". Det ble ikke påvist PCB eller DDT i skjell på noen av stedene.

Det kan ikke dokumenteres noen negativ effekt av driften fra Svartasmoget avfallsdeponi på nivået av miljøgifter i skjell fra tre steder i Stokksundet. Dette underbygger konklusjonen i miljørisikovurderingen (Interconsult 2004), der det er påvist at det er god kontroll på utslippet av sivevann fra deponiet.

Strandsoneanalyse

Det kunne ikke påvises noen endring i negativ retning siden 2000 i sammensetningen av plante og dyrelivet i strandsonen på tre steder nedenfor Svartasmoget avfallsdeponi. Alle stedene så ut til å ha tilnærmet samme sammensetning og mengde av de ulike plante- og dyreartene som ved forrige undersøkelse.

Konklusjon

Undersøkelsen i juni 2004 viste at sedimentene i sjøområdet innenfor Svartasmogets nærsone (stasjon 1 nedenfor Svartasmoget avfallsdeponi, stasjon 2 og 4 i området rundt det gamle og nye utslippsstedet og stasjon 5 i Storevikvågen) samt i Svartasmogets fjernsone (stasjon 3 ved det dypeste ute i resipienten) er moderat til lite påvirket av utslippet fra Svartasmoget avfallsdeponi. Sedimentkvaliteten var i all hovedsak som forventet i forhold til naturtilstand, og bunnfaunaen var relativt rik og mangfoldig. Det var ingen vesentlig forskjell i tilstand fra forrige undersøkelser i 1996 og 2000. Stasjon 5 i Storevikvågen ble i 1996 og 2000 ikke undersøkt.

På alle fem stasjonene ble det funnet fra små til moderate mengder metaller og moderate mengder av miljøgiftene PAH, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig- lite forurenset" for alle metaller og PAH-stoffer på stasjon 1, 2, 4 og 5. På stasjon 3 ute i Stokksundet ble det funnet noe forhøyete verdier av tungmetallene kvikksølv og bly og PAH-stoffer tilsvarende SFTs miljøtilstand II= "moderat forurenset" Disse resultatene samsvarer med det som ble funnet ved forrige undersøkelse i 2000.

Noe overraskende ble det i juni 2004 funnet svært høye nivåer av PCB på stasjon 4 ved utløpet og på stasjon 3, ved det dypeste ute i resipienten. Her ble det også funnet et svært høyt nivå av DDT. Nivåene av PCB og DDT tilsvarer SFTs miljøtilstand V="meget sterkt forurenset". Nye sedimentprøver tatt i desember kun fra de aller øverste og derfor yngst sedimentlagene, viste imidlertid at dette må representere eldre tilførsler, og at tilstanden i resipienten ikke er vesentlig endret fra tidligere undersøkelser. Når det gjelder PCB og PAH tilføres Stokksundet disse stoffene også fra en rekke andre kilder enn sivevannet fra Svartasmoget. DDT-tilførslene ligger noe tilbake i tid og stammer etter all sannsynlighet fra en nedlagt minkfarm ved Storevika i Fitjar. Det er aldri påvist DDT i sivevannet fra avfallsdeponiet.

Resultatene fra denne undersøkelsen indikerer ingen forverring av miljøkvalitet med omsyn til sedimentkvalitet, innhold av metaller og miljøgiftene PAH i sediment, kvaliteten på dyresamfunnet eller sammensetningen av plante- og dyrelivet i strandsonen nedenfor deponiet. Storevikvågen virket tilnærmet helt upåvirket av driften fra deponiet. Innhold av metaller og PAH i blåskjell var lavt på to steder nedenfor deponiet og i området ved utslippet og ett sted på andre siden av Stokksundet motsatt deponiet.

Miljørisikoanalysen viser at sivevannet har høyere konsentrasjoner enn SFTs terskelverdi for enkelte stoffer. Resipientundersøkelsen fant imidlertid ikke påviselige mengder verken av bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, tinnorganiske forbindelser eller arsen i sedimentet. For liste over analyserte stoff vises til vedleggstabell 3 helt bakerst i rapporten.

Vurdert i henhold til EUs Vannrammedirektiv, vil den økologiske status til de undersøkte områdene i Stokksundet, ved utslippet fra Svartasmoget avfallsdeponi, i 2004 ligge godt innenfor "**minst god økologisk status**", og det vil dermed ikke pålegge "problemeier" behov og ansvar for opprydding og tilbakeføring av resipientens miljøtilstand til "minst god økologisk status" innen år 2015.

Resipienten Stokksundte er stor og har derfor god kapasitet til å motta dette sivevannsutslippet. Det er ikke noe ved de foreliggende måleserier som skulle tilsi at utslippet vil ha økende påvirkning på forholdene i resipienten i årene som kommer.

REFERANSER

BOTNEN, H.B., P-O. JOHANSEN, S. HJOHLMAN, G. VASSENDEN & P. JOHANNESSEN 2001

Marinbiologisk miljøundersøkelse av sjøområdet ved Storavikholmane utenfor Svartasmoget avfallsplass i Fitjar kommune og i Stokksundet i 2000.

IFM-rapport nr. 4, 100 sider

BREKKE, E., B. TVERANGER & G. H. JOHNSEN 2004.

Straummålingar og lokalitetsklassifisering av oppdrettslokalitet nord for Koløy i Fitjar kommune.

Rådgivende Biologer AS, rapport 774, 36 sider.

FREMMERSVIK, G. & E.K. LØVSETH 1998.

Analyse av organiske forbindelser i sigevann. En undersøkelse av 10 avfallsdeponier i Hordaland

Hovedfagsoppgave i organisk kjemi, Kjemisk Institutt, Universitetet i Bergen, 93 sider.

IARC 1987.

IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Overall evaluation of carcinogenicity.

An updating of IARC Monographs volume 1-42. Suppl.7, Lyon, Frankrike.

INTERCONSULT ASA, 2004.

Miljørisikoanalyse, Sunnhordland Interkommunale Miljøver (SIM).

JOHANSEN, P-O., G. VASSENDEN, S. HJOHLMAN, H.B. BOTNEN & P. JOHANNESSEN 2001

Undersøkelse av miljøforholdene i Stord kommune og i Stokksundet i år 2000.

IFM-rapport nr. 5, 123 sider

JOHNSEN, G.H. 1997

Vurdering av utslippene fra Bjørkemoen fyllplass til Raundalselven

Rådgivende Biologer as. rapport 262, 30 sider, ISBN 82-7658-136-6

NORSK STANDARD NS 9410.

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg

NORSK STANDARD NS 9422.

Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder.

NORSK STANDARD NS 9423

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublittoral bløtbunns-fauna i marint miljø.

PHILLIPS, D.J.H. 1977.

The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments - a review.

Environmental pollution. 13: 281-317.

SFT 1993.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer.

SFT-veiledning nr. 93:05, 16 sider, ISBN 82-7655-106-8.

SFT 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon.
SFT-veiledning nr. 97:03, 36 sider.

STIGEBRANDT, A. 1992.

Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter.
ANCYLUS, rapport nr. 9201, 58 sider.

TVEDTEN, Ø.F., O. MJAAVATN, H.B. BOTNEN & P. JOHANNESSEN 1997

Miljøundersøker i sjøen utenfor Svartasmoget, Sunnhordland Interkommunale Miljøverk, Fitjar kommune.
IFM-rapport nr. 22, 71 sider

TVERANGER, B. 2001.

Fitjar Laks AS. Vurdering av strømmålingane ved Aalforo og Storevikholmen i Fitjar kommune, Hordaland.
Sunnhordland Havbruksring, 29 sider

TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2004.

Resipientundersøkelse utenfor Vedvika avfallsdeponi i Vågsøy kommune mai 2004.
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 759, 30 sider, ISBN 82-7658-264-8

VEDLEGGSTABELLER

Vedleggstabell 1. Oversikt over miljøgifter i sediment fra de tre parallelle prøvene fra hvert av de fem undersøkte stedene i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter, jf. vedleggstabell 4 .

FORHOLD	Enhet	Sted 1			Stasjon 2			Stasjon 3			Stasjon 4			Stasjon 5		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Arsen (As)	mg/kg	5	4	6		4	5	10	12	14	10	6	5	4	4	
Barium (Ba)	mg/kg	17	15	16	13	19	15	87	120	90	42	23	17	14	14	16
Kobolt (Co)	mg/kg	4	5	4				13	14	14	7	5	5	3	3	4
Krom (Cr)	mg/kg	13	15	11	4	5	4	42	49	43	20	18	15	9	8	9
Kobber (Cu)	mg/kg	5		6				21	25	21	8					
Kvikksølv (Hg)	mg/kg							0,16	0,16	0,15	0,09					
Nikkel (Ni)	mg/kg	6	7	6				26	27	26	12	6	6	5	4	5
Bly (Pb)	mg/kg	14	9	12	11	16	15	47	48	47	34	18	17	12	10	6
Selen (Se)	mg/kg			7	8	7	8	9	10	9	8			7	6	
Vanadium (Vd)	mg/kg	18	18	16	8	11	10	58	69	59	31	19	15	14	12	16
Sink (Zn)	mg/kg	45	36	43	18	24	22	110	110	110	65	46	41	32	28	26
Phenol	mg/kg							0,03	0,02		0,03					
Naphtalene	mg/kg			0,02		0,03		0,04	0,05	0,04	0,02		0,02	0,02	0,02	
Phenanthrene	mg/kg							0,02	0,02	0,02						
Fluoranthene	mg/kg							0,03	0,03	0,04	0,02					
Pyrene	mg/kg							0,03	0,03	0,03	0,02					
Benzo(a)anthracene	mg/kg							0,02	0,03	0,02						
Chrysene	mg/kg							0,03	0,04	0,03						
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	0,03	0,02					0,100	0,09	0,100	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg							0,04	0,03	0,04	0,02					
Benzo(a)pyrene	mg/kg							0,02	0,02	0,02						
Dibenzo(ah)anthracene	mg/kg							0,02	0,02	0,02						
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,03	0,02	0,02		0,02		0,100	0,09	0,100	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	
Indeno(123cd)pyrene	mg/kg	0,03	0,02	0,02		0,02		0,100	0,100	0,11	0,07	0,03	0,03	0,03	0,02	
3 PAH 10 VROM	mg/kg	0,06	0,04	0,06		0,07		0,40	0,41	0,42	0,19	0,060	0,080	0,080	0,060	
3 PAH 16 EPA	mg/kg	0,09	0,06	0,06		0,07		0,55	0,55	0,57	0,27	0,090	0,10	0,10	0,080	
PCB 101	mg/kg							0,48			0,32					
PCB 138	mg/kg							0,47		0,33	0,26					
PCB 153	mg/kg							0,49		0,31	0,33					
3 PCB (6)	mg/kg							1,4		0,64	0,91					
3 PCB (7)	mg/kg							1,4		0,64	0,91					
4,4-DDD + 2,4-DDT	mg/kg							0,99		0,095						
3 DDT/TDE/DDD	mg/kg							0,99		0,095						
Biphenyl	mg/kg									0,006						

Vedleggstabell 2. Oversikt over miljøgifter i sediment fra de tre parallelle prøvene fra hvert av de to undersøkte Stasjonene i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 1. desember 2004. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter, jf. vedleggstabell 4.

FORHOLD	Enhet	Stasjon 3			Stasjon 4			Slam sigevann
		1	2	3	1	2	3	
Arsen (As)	mg/kg	9	7	7	4	4	4	15
Barium (Ba)	mg/kg	130	97	92	30	25	27	320
Kobolt (Co)	mg/kg	16	14	14	7	7	7	15
Krom (Cr)	mg/kg	52	43	43	18	17	18	34
Kobber (Cu)	mg/kg	29	27	27	7	6	7	53
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,13	0,11	0,11	-	-	-	0,11
Nikkel (Ni)	mg/kg	29	27	27	7	6	7	14
Bly (Pb)	mg/kg	51	48	48	15	14	15	24
Selen (Se)	mg/kg	-	7	9	-	-	-	6
Vanadium (Vd)	mg/kg	77	63	62	20	20	21	38
Sink (Zn)	mg/kg	120	120	120	43	41	44	390
Phenol	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,08
Naphtalene	mg/kg	0,02	-	0,02	-	-	-	0,03
Phenanthrene	mg/kg	-	-	0,02	-	-	-	0,04
Fluoranthene	mg/kg	0,03	0,03	0,03	-	-	-	0,1
Pyrene	mg/kg	0,02	0,02	0,02	-	-	-	0,1
Benzo(a)anthracene	mg/kg	0,02	0,02	0,02	-	-	-	0,03
Chrysene	mg/kg	0,02	0,02	0,02	-	-	-	0,06
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	0,08	0,07	0,08	0,02	0,02	0,02	0,04
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg	0,02	0,03	0,02	-	-	-	-
Benzo(a)pyrene	mg/kg	0,02	0,02	0,02	-	-	-	0,02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,07	0,07	0,07	0,02	0,02	0,02	-
Indeno(123cd)pyrene	mg/kg	0,07	0,07	0,08	0,02	-	0,02	-
3 PAH 10 VROM	mg/kg	0,28	0,26	0,30	0,04	0,02	0,04	0,28
3 PAH 16 EPA	mg/kg	0,38	0,35	0,40	0,06	0,04	0,06	0,42
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,004
Pentachlorophenol	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,005
PCB 28	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,003
PCB 52	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,005
PCB 101	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,007
PCB 118	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,005
PCB 138	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,008
PCB 153	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,009
PCB 180	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,006
3 PCB (6)	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,038
3 PCB (7)	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,043
Di-n-butylphtalat	mg/kg	-	-	-	-	-	-	0,6
TPH C10-C16	mg/kg	-	-	-	-	-	-	26
TPH C17-C21	mg/kg	-	-	-	-	-	-	58
TPH C22-C30	mg/kg	-	-	-	-	-	-	170
TPH C31-C40	mg/kg	-	-	-	-	-	-	220
3 TPH C10-C40	mg/kg	-	-	-	-	-	-	480

Vedleggstabell 3. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i de tre parallellene fra de tre stasjonene i Stokksundet utenfor Svartasmoget avfallsdeponi 22. juni 2004. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m² stor van Veen Grabb, og prøvetakingen dekker dermed et samlet bunnareal på 0,3 m² på hvert Stasjon. Prøvene er sortert av Randi Lund og Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

	STASJON 1						STASJON 2						STASJON 3						STASJON 4						STASJON 5						
	1	2	3	4	5	SUM	1	2	3	4	5	SUM	1	2	3	4	5	SUM	1	2	3	4	5	SUM	1	2	3	4	5	SUM	
ANTHOZOA- nesledyr																															
Edwardsia sp.	3	16		23	15	57		1			6	7														4	3	5	13	25	
Cerianthus loydii							1				2	3														2				2	
Acaulis primarius											1	1																			
Virgularia mirabilis													1	3	3		1	8													
PHORONIDA																															
Phoronis muelleri																										4	2			6	
NEMERTINEA - flatmakk																															
Nemertinea spp.		1		1		2		1	1	1	1	4	10	2	2	1	13	28	7	5	2	1		15	6	15	1	2	4		28
SIPUNCULIDA																															
Onchnesoma steenstrupi													1	1			1	3	3		1			4							
Phascolion strombi								1		1		2									1			1							
Priapulus caudatus												0																1		1	
Golfingia sp.				1		1			1	1	6	8								1				1	1	1		3			5
POLYCHAETA - flerbørstemakk																															
Aphrodita aculeata		1				1																									
Harmothoe sp.		1	1			2		2		2		4	2			1	1	4		1		1		2	2	2	6		6	16	
Pholoe inornata	2	1	1	2	3	9			1	1	1	3							10	1	4	10	5	30	7	3	4	3	3		20
Sthenelais limicola	1	2			1	4														2	2	5		9							
Neoleanira tetragona															1			1													
Anaitides groenlandica	2	1		1		4																					1				1
Anaitides subulifera										1	1	2																			
Eumida bahusiensis											1	1																			
Sige fusigera																								0	1			1		2	
Eteone longa											3	3							1					1			2			2	
Eteone flava															1					1				1							
Glycera lapidum							3	3	8	4	11	29							3					3	2	3	5	1	1	12	
Glycera alba		1	1		1	3																									
Goniada maculata	9	7	3	7	12	38		1			1	2							4	1	3	7	2	17				2			2
Ophiodromus flexuosus											1	1																			

Kefersteinia cirrata							1		1	2												6		3	3			12					
Neiremyra punctata							1	1	1	3																							
Typosyllis sp.	1		1	1	1	4	2	2	1	8	3	16			4	1							5	1	1	2		1	5				
Syllides longocirrata										1	1																						
Exogone verugera																1							1										
Exogone hebes							1				3	4														1	1	1	3				
Sphaerosyllis hystrix							3		3	1	6	13													13	15	7	1		36			
Cerathocephale loveni													28	18	9	32	15	102															
Plathynereis dumelerii							1		2		2	5															1	3	4				
Nephtys hombergi	1				1	2																				1		1	2				
Protodorvillea kefersteini																									1	2			3				
Paramphinome jeffreysii													1	2	6	3	19	31	3	1		1	5	10									
Apistobranthus tullbergi							6	1	1	3	1	12																					
Hyalinoecia tubicola																										1	1		2				
Lumbrineris sp.								1	1		2	4				1		1	2	7	1	1	1	3	13	5	2	2		1	10		
Scoloplos armiger	5	6	4	5	8	28	1	2	2	3	12	20													9	11	11	3	9	43			
Aricidea sp.									2		4	6																	1	1			
Paradoneis lyra							2	1		3	1	7														8	4	3	1	3	19		
Levinsenia gracilis													4	1	1	2	3	11	2					2		1							1
Aonides paucibranchiata							7	1	4	4	8	24																					
Spio filicornis								1				1														1				1			
Polydora caeca											7	7																					
Pseudopolydora paucibranchiata															1		2	3											1	1			
Prionospio malmgreni	2	1	2		2	7				1	1	2					1	1					3	3									
Prionospio cirrifer	5	4	8	2	5	24	7	10	4	17	12	50																					
Spiophanes krøyerii							3		3	1	6	13	3	2	1	1	2	9	6	3	2	1		12	2	1	3		2	8			
Scolecipis tridentata							1	1	3	1	5	11																					
Magelona sp.																												1		1			
Chaetozone setosa	7	7	5	6	1	26	4		1	2	3	10	1			1	1	3	4	22	13	15	8	62	1								1
Cauleriella sp.				1		1	4	1	2	12	10	29	1					1					1	1									
Cirratulus cirratus								1	2	6	5	14														3	3			6			
Tharyx sp.					2	2							2	2				4	6	1	1		1	9									
Macrochaeta clavicornis																										20	11	13	4	1	49		
Pherusa plumosa																	1	1															
Pherusa flabellata																													1	1			
Diplocirrus glaucus					1	1									1			1	10	1	6	2	12	31					1				1
Scalibregma inflatum																										7	8	3		6	24		

Potamilla sp.						1	2					3																											
MOLLUSCA - bløtdyr																																							
Chaetoderma sp.													1		1	3	2	1	1	7																			
Chiton sp.						1		3	1													1								2	1	2			6				
Lunatia alderi																													2							2			
Fissurellidae sp.								1																															
Scaphopoda sp.																	1	2	3	3	2																		
Nucoloma tenuis			1																1	2	1																		
Nucula nitidosa																	2																						
Yoldiella sp.													2																										
Chlamys striata						1			2	1																													
Lima loscombi										1																													
Astarte montagui																						1	1	1													3		
Thyasira spp.	7	9	1	33	12						2		7	5	2	8	6																						
Montacuta ferruginosa	4			7																		2	4	1	1	2											10		
Parvicardium minimum											1		1		2	1																							
Venus casina										1										1																	1		
Lutraria lutraria							1			1																													
Dosina exoelata				2																		2	4	1		1											8		
Abra nitida	1	1		1	3								3	1		1	1																						
Cultellus pellucidus	1				1																																		
Mya truncata		1									2																												
Hiatella arctica							2																																
PYCNOGONIDA sp.				2																																			
CRUSTACEA - krepsdyr																																							
Nebalia bipes									1																														
Flabellifera sp.						1																																	
Leucon sp.													1																										
Eudorella truncata																																							
Gnathia oxyurea																																							
Lysianassidae spp.																																							
Harpinia antennaria																																							
Eriopisa elongata													4	2	2		1																						
Ampelisca sp.	1	1	1																																				
Atylus vedlomensis																																							
Westwoodilla caecula	1				1																																		
Monoculodes sp.																																							

Cheirocratus sundevalli				1	1			1	1		2	1				1						1		2	1	2	6										
Corophium sp.																										1	1	2									
Calocaris macandrea														1		1												2									
Galathea intermedia																									1		3	1	4								
Pagurus bernhardus																								1	1			2									
ECHINODERMATA - pigghuder																																					
Amphiura filiformis	2				1	3									1	1	2		4	5	3	14															
Amphiura chiajei																		2		2			5	2			2								4		
Ophiopholis aculeata										1		1	2																								
Ophiura albida																									1		1									2	
Ophiura sp. juv.													2				1	1	2				1	1		1									1		
Echinocardium sp.	7	3	1	11	6	28	1	2											6	4	3	1	14	1			3								4		
Echinocyamus pusillus								2												1			1														
Brissopsis lyrifera	2					2																															
Thyone raphanus																			3	1	1	2	1	8													
Lapidoplax buski	5	1			1	7			1	4	5	5	15	1				8	20	25	18	20	91														
Antall individer	186	181	68	262	193	890	85	82	82	133	321	703	108	74	51	100	99	431	151	135	146	124	143	699	185	150	146	105	87	673							
Antall arter	27	24	20	24	21	43	28	34	36	42	58	78	24	19	15	15	22	38	45	38	31	30	29	71	42	31	42	34	32	66							
Diversitet, H'	3,42	3,07	3,51	3,11	2,95	3,36	4,26	4,44	4,89	4,68	4,74	5,11	3,53	3,31	3,29	2,62	3,46	3,57	5,06	4,23	3,94	4,18	3,91	4,75	4,75	4,15	4,69	4,39	4,48	5,01							
Jevnhet, J	0,72	0,67	0,79	0,68	0,67	0,62	0,89	0,87	0,95	0,87	0,81	0,81	0,77	0,78	0,84	0,67	0,78	0,68	0,92	0,81	0,79	0,85	0,80	0,77	0,88	0,84	0,87	0,86	0,90	0,84							

Vedleggstabell 4. Oversikt over alle analyseparametre som inngår i Eurofins Norway AS sin TerrAttesT analysepakke for sediment og vannprøver. Bare de stoffene som påvises er tatt med i resultat-tabellene foran i rapporten.

Metals	Phenols	Volatile halogenated HC's	Chlorinated Benzenes	PCB	Chlorine pesticides
Arsenic	Phenol	Trichloromethane	Monochlorbenzenes	PCB 28	4,4-DDE
Antimony	o-Cresol	Tetrachloromethane (tetra)	1,2-Dichlorobenzene	PCB 52	2,4-DDE
Barium	m-Cresol	1,2 Dichloroethane	1,3-Dichlorobenzene	PCB 101	4,4-DDT
Beryllium	p-Cresol	1,1,1-Trichloroethane	1,4-Dichlorobenzene	PCB 118	4,4-DDD/2,4-DDT
Cadmium	Cresoles (sum)	1,1,2-Trichloroethane	Dichlorobenzenes (sum)	PCB 138	2,4-DDD
Chromium	2,4-Dimethylphenol	Trichloroethanes (sum)	1,2,3-Trichlorobenzene	PCB 153	DDT/DDE/DDD (sum)
Cobalt	2,5-Dimethylphenol	1,1,1,2-Tetrachloroethane	1,2,4-Trichlorobenzene	PCB 180	Aldrin
Copper	2,6-Dimethylphenol	1,1,2,2-Tetrachloroethane	1,3,5-Trichlorobenzene	PCB (sum 6)	Dieldrin
Mercury	3,4-Dimethylphenol	Tetrachloroethanes (sum)	Trichlorobenzenes (sum)	PCB (sum 7)	Endrin
Lead	o-Ethylphenol	Trichloroethene	1,2,3,4-Tetrachlorobenzene	Chlorinated Phenols	Drins (sum)
Molybdenum	m-Ethylphenol	Tetrachloroethene	1,2,3,5/1,2,4,5-Tetrachlorobenzene	o-Chlorophenol	alfa-HCH
Nickel	Thymol	1,2-Dichloropropane	Tetrachlorobenzenes (sum)	m-Chlorophenol	beta-HCH
Selenium	4-Ethyl/2,3 ; 3,5 Dimethylphenol	1,3-Dichloropropane	Pentachlorobenzene	p-Chlorophenol	gamma-HCH
Tin	PAHs	1,2,3-Trichloropropane	Hexachlorobenzene	Monochlorophenols (sum)	delta-HCH
Vanadium	Naphthalene	1,1-Dichloropropylene	Chloroanilines	2,3-Dichlorophenol	HCH (sum)
Zinc	Acenaphthylene	cis 1,3-Dichloropropylene	2,3-Dichloroaniline	2,4/2,5-Dichlorophenol	Alfa-endosulfan
Mono Aromatic HC	Acenaphthene	trans 1,3-Dichloropropylene	2,4-Dichloroaniline	2,6-Dichlorophenol	Alfa-endosulfansulphate
Benzene	Fluorene	1,3-Dichloropropylenes (sum)	2,5-Dichloroaniline	3,4-Dichlorophenol	Alfa-chlordane
Ethylbenzene	Phenanthrene	Dibromomethane	2,6-Dichloroaniline	3,5-Dichlorophenol	Gamma-chlordane
Toluene	Anthracene	1,2-Dibromoethane	3,5-Dichloroaniline	Dichlorophenols (sum)	Chlordanes (sum)
o-Xylene	Fluoranthene	Tribromomethane	Dichloroanilines (sum)	2,3,4-Trichlorophenol	Heptachlor
m/p-Xylene	Pyrene	Bromodichloromethane	Chloronitrobenzenes	2,3,5-Trichlorophenol	Heptachloroepoxide
Xylenes (sum)	Benzo(a)anthracene	Dibromochloromethane	o/p-Chloronitrobenzene	2,3,6-Trichlorophenol	Hexachlorobutadiene
Styrene	Chrysene	1,2-Dibromo-3-chloropropane	m-Chloronitrobenzene	2,4,5-Trichlorophenol	Isodrin
1,2,4-Trimethylbenzene	Benzo(b)fluoranthene	Bromobenzene	Monochloronitrobenzenes (sum)	2,4,6-Trichlorophenol	Telodrin
1,3,5-Trimethylbenzene	Benzo(k)fluoranthene	Miscellaneous Chlor. HCs	2,3-Dichloronitrobenzene	3,4,5-Trichlorophenol	Tedion
n-Propylbenzene	Benzo(a)pyrene	2-Chlorotoluene	2,4-Dichloronitrobenzene	Trichlorophenols (sum)	
Isopropylbenzene	Dibenzo(ah)anthracene	4-Chlorotoluene	2,5-Dichloronitrobenzene	2,3,4,5-Tetrachlorophenol	
n-Butylbenzene	Benzo(ghi)perylene	Chlorotoluenes (sum)	3,4-Dichloronitrobenzene	2,3,4,6/2,3,5,6-Tetrachlorophenol	
sec-Butylbenzene	Indeno(123cd)pyrene	1-Chloronaphthalene	3,5-Dichloronitrobenzene		
tert-Butylbenzene	PAHs (sum 10 Dutch)		Dichloronitrobenzenes (sum)		
p-Isopropyltoluene	PAHs (sum 16 US EPA)				