

Resipientundersøkelse utenfor
Sakseidvågen avfallsdeponi i
Bømlo kommune
2004



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

780



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Resipientundersøkelse utenfor Sakseidvågen avfallsdeponi i Bømlo kommune 2004

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Sunnhordland Interkommunale Miljøverk (SIM), Svartasmoget, 5419 Fitjar

OPPDRAGET GITT:

Oktober 2004

ARBEIDET UTFØRT:

2004

RAPPORT DATO:

15. februar 2005

RAPPORT NR:

780

ANTALL SIDER:

29

ISBN NR:

ISBN 82-7658-416-0

EMNEORD:

- Resipientvurdering
- Avfallsdeponi
- Sjø-områder
- Bømlo 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: Sakseidvågen avfallsdeponi sett fra sjøsiden 12. oktober 2002

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Sunnhordland Interkommunale Miljøverk (SIM) gjennomført en resipientundersøkelse av sjøområdet utenfor Sakseidvågen avfallsdeponi i Bømlo kommune 12. oktober 2004. Avfallsdeponiet ble nedlagt i 1990, men alle deponier skal gjennomføre etterkontroll med utslipp til vann i 30 år etter at det er nedlagt. Bømlo kommune er av fylkesmannen i Hordaland pålagt oppfølgende undersøkelser i sjøområdet utenfor hvert 10. år. Sjøområdene ble sist undersøkt i 1990. Sunnhordland Interkommunale miljøverk (SIM) har overtatt ansvaret for den nedlagte fyllplassen.

Det ble foretatt en feltbefaring 12.oktober 2004, med måling av profiler i vannsøylen, prøver for analyse av sedimentkvalitet, innhold av miljøgifter samt bunnfauna på tre stasjoner utenfor deponiet. Det ble også gjort en enkel befarings i strandsonen med hovedvekt på fotodokumentasjon nedenfor avfallsdeponiet.

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 1983 og 1990 (Johannessen og Aabel 1984, Johannessen m. fl. 1991).

De innsamlete sedimentprøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway 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 Fremskridt AS for assistanse og leie av båt 12. oktober 2004 og Interconsult ASA ved Oddmund Soldal for oppdraget.

Bergen, 15. februar 2005.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	Side 2
Innholdsfortegnelse	Side 2
Sammendrag	Side 3
Innledning	Side 4
Områdebeskrivelser	Side 6
Sakseidvågen avfallsdeponi	Side 8
Metode	Side 9
Miljøtilstand i Sakseidvågen oktober 2004	Side 13
Vurdering av tilstand og utvikling	Side 21
Referanser	Side 27
Vedleggstabeller	Side 29

SAMMENDRAG

TVERANGER, B., G.H. JOHNSEN & O.SOLDAL (ICG) 2005.

Resipientundersøkelse utenfor Sakseidvågen avfallsdeponi i Bømlo kommune 2004.

Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 780, 29 sider, ISBN 82-7658-416-0.

Rådgivende Biologer AS har gjennomført en resipientundersøkelse av sjøområdet utenfor Sakseidvågen avfallsdeponi i Bømlo kommune 12. oktober 2004. Deponiet ble avsluttet i 1990. 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).

Sediment og bunnfauna ble undersøkt på tre ulike stasjoner i Sakseidvågen. Det ble tatt hydrografi på to stasjoner, og det ble gjort en enkel befaring fra båt for å se på plante- og dyrelivet i strandsonen nedenfor avfallsdeponiet. Undersøkelsen er en oppfølging av to tilsvarende tidligere undersøkelser (Johannessen m. fl 1984, 1991), der begge de to grunne bassengene innerst i Sakseidvågen, samt det noe dypere bassenget utenfor ble undersøkt.

Undersøkelsen i 2004 viste at sedimentene i Sakseidvågen er preget av dårlige nedbrytings-forhold. Det var stagnerende vannmasser med oksygenvikt i bassengvannet under terskeldyp, fra rundt 15 m og nedover, og ved bunnen var det tilnærmet oksygenfritt. Dette er naturtilstanden i disse sjøbassengene, og tidligere undersøkelser indikerer at det skjer en årlig bunnvannsfornyning om vinteren. Sedimentene var finkornet alle tre stedene med et høyt organisk innhold. Det var sterk hydrogensulfidluft av sedimentet på de to innerste stasjonene. Her var sedimentene også helt uten dyreliv. På det dypeste i Sakseidvågen var det noe dyr, men også her var dyresamfunnet klart preget av dårlige forhold. Det var ingen vesentlig forskjell i tilstand fra undersøkelsene i 1983 og 1990 bortsett fra at sammensetningen av dyresamfunnet på det dypeste i Sakseidvågen så ut til å ha noe lavere mangfold enn ved forrige undersøkelse i 1990.

Nivået av tungmetaller var generelt på et moderat nivå for de ulike metallene på alle stasjonene, men laveste konsentrasjon ble påvist på stasjon B9 lengst fra deponiet. Konsentrasjonen tilsvarte miljøtilstandsklasse III="markert forurenset" for kadmium. For de øvrige tungmetallene ble det påvist en konsentrasjon tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset" og I="ubetydelig-lite forurenset". Dette indikerer en ubetydelig - moderat miljøpåvirkning av tungmetaller i sediment fra Sakseidvågen avfallsdeponi. I forhold til undersøkelsen i 1990 var innholdet av de fleste tungmetaller i sedimentet gått noe ned. Konsentrasjonene ligger imidlertid innenfor samme miljøtilstandsklasse i hele undersøkelsesperioden for tungmetallene kadmium, kvikksølv og sink, mens nivået av bly i 1990 tilsvarte miljøtilstand III="markert forurenset".

For PAH-stoffene ble det påvist en konsentrasjon tilsvarende SFTs tilstandsklasse II ="moderat forurenset" på stasjon B9 og SFTs tilstandsklasse III="markert forurenset" på stasjon B8 og B15. Innholdet av PAH-stoffene var litt lavere på stasjon B9 lengst fra deponiet, men nivået er nær grensen for tilstand III. Dette indikerer fremdeles en markert miljøpåvirkning av PAH-stoffer i sediment fra Sakseidvågen selv om deponiet for lengst er avviklet. Det ble ikke undersøkt for PAH-stoffer i 1990.

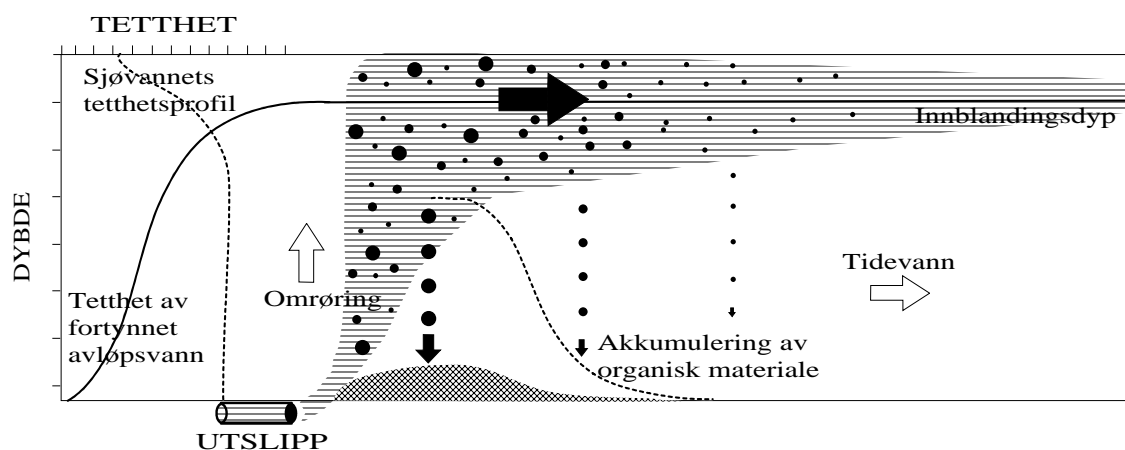
Resultatene fra denne undersøkelsen indikerer omtrent uendrete miljøforhold i Sakseidvågen siden 1990. Dypvannet er fremdeles belastet med periodevis oksygenfrie forhold senhøstes. Sedimenkvaliteten indikerer dårlige nedbrytingsforhold, dyresamfunnet er av dårligere kvalitet enn i 1990, mens innholdet av tungmetaller i sediment har gått litt ned. Plante- og dyrelivet i strandsonen så ut til å være tilnærmet uforandret siden 1990.

Tilstanden i resipientene avviker ikke mye fra naturtilstanden, så selv om miljøtilstanden var "dårlig", vil vurderingen etter EUs Vannrammedirektiv baseres på dette moderate avviket, slik at den økologiske status til de undersøkte områdene i Sakseidvågen i 2004 ligger innenfor "*god økologisk status*". Det vil dermed ikke påligge "problemeier" behov og ansvar for opprydding og tilbakeføring av resipientens miljøtilstand 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 de vannløselige næringsstoffene klorid, nitrogen og fosfor, fordi det skjer en form for utvasking av disse stoffene når avrenningen fra bossfyllingen er som størst. Motsatt vil økende vannmengde medføre en fortykning av mengden organisk stoff i sigevannet. Dette synes også å være tilfellet for mange av metallene, om enn ikke like klart.

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



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

Ved et slikt avløp vil også de finpartikulære tilførslene og ikke vannløselige stoffer spres effektivt vekk fra utslippstedet med vannstrømmene 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 strømførholdene i sjøområdet. Det vil da være mer "sedimenterende forhold" ettersom vannhastigheten avtar, og partikler med stadig mindre størrelse vil sedimentere. 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 sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment 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.

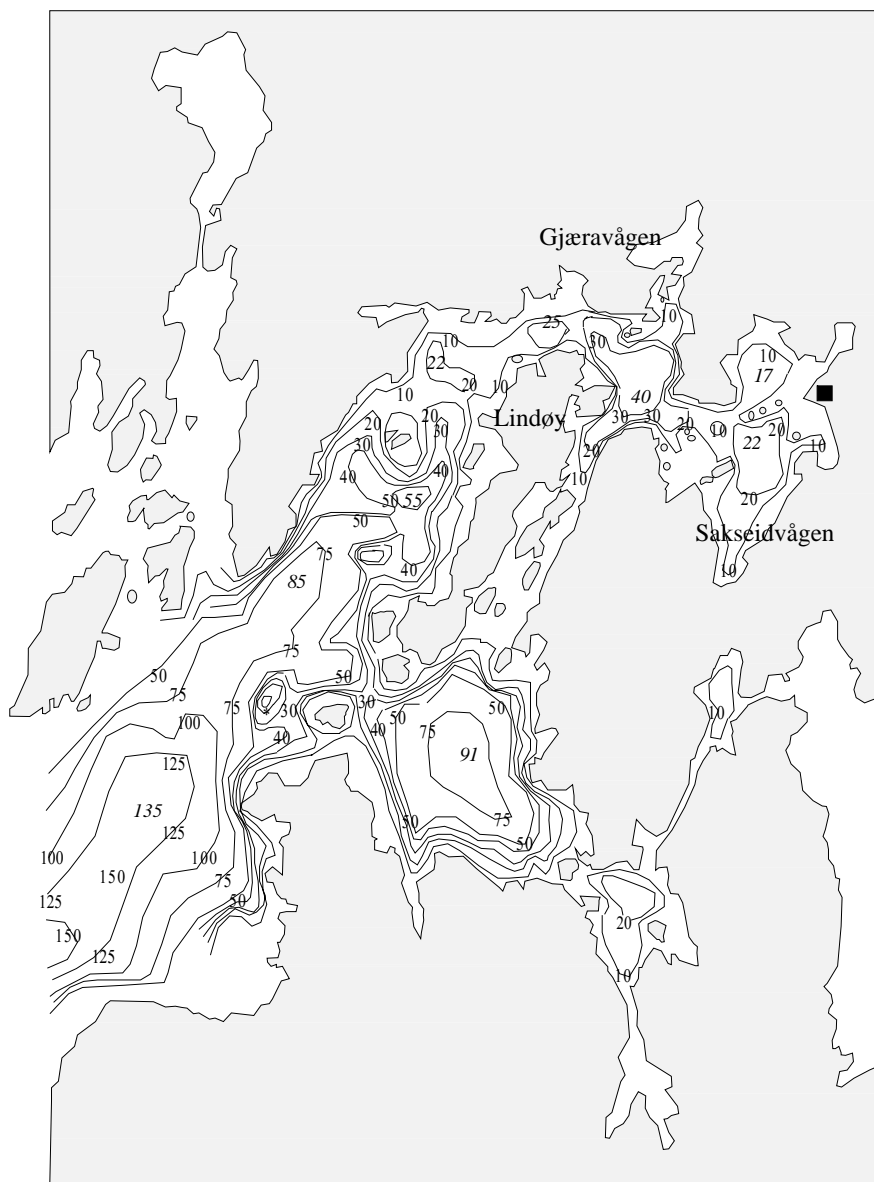
Sedimentprøvene og bunndyrprøvene fra de dypeste områdene i de undersøkte sjøbassengene gjenspeiler derfor disse forholdene på en utfyllende måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie forhold, vil ikke ha noe dyreliv av betydning i de dypeste områdene, og vil dermed ha en sterkt redusert nedbryting av organisk materiale på bunnen. Da vil innholdet av ikke-nedbrutt organisk materiale være høyt i sedimentprøver. Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet oversiktlig 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 bestemmning av organismene i felt, men prøvene er fiksert og tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemmning. **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 oversiktlig klassifikasjonssystem for vurdering av disse forholdene også (SFT 1997).

OMRÅDEBESKRIVELSE

Avfallsdeponiet på Sakseid ligger helt inne i Sakseidvågen, nedenfor riksveien omtrent midt mellom Erslandsvatnet og Sakseid sentrum (**figur 2** og **4**). Området utenfor Sakseidvågen utgjøres av et noe kronglete fjordsystem som ender opp innerst i Sakseidvågen. Dette er en forholdsvis grunn våg bestående av to små basseng (**figur 4**). Bassenget i nord er 17 m dypt, og bassenget i sør er 22 m dypt. Vågen snevrer av mot vest, og en forholdsvis smal, men ca 15 m dyp renne fører over i et nytt basseng med en maskimal dybde på rundt 40 m dyp. Sakseidvågen er innestengt bak terskler på begge sider av Lindøy. Terskelen på østsiden av Lindøy ligger på rundt 3 m dyp, mens den dypeste terskelen ligger på omtrent 13 meter nord for Lindøy. Videre utover går det en dyprene sørvestover ut i Aadnanesosen og Hiskosen, der det blir jevnt dypere jo lenger vestover en kommer. Dette området har i liten grad stagnerende dypvannsmasser, fordi det ikke finnes markert og "grunne" terskler i området. Forbi Kloberget og sørover mot Søre fjorden blir det jevnt dypere til 300 meters dyp, med områder på stort sett 250 meters dyp vestenfor (**figur 2**).



Figur 2. Oversiktskart over sjøområdet nedenfor og utenfor Sakseidvågen avfallsdeponi (svart firkant). Kartet er tegnet ut fra dybdekotekart tegnet etter hydrografiske originaler.

Beregninger gjort ved hjelp av Fjordmiljø-modellen (Stigebrandt, 1992, 2001) viser at det ytterste og dypeste bassenget har et naturlig oksygenforbruk på 0,8 ml O₂/mnd, hvilket gjør at det fra naturens side akkurat balanserer på grensen til å bli oksygenfritt ved bunnen. I enkelte år vil dette inntreffe, mens det i andre ikke. Det innerste og grunnere bassenget har et mye større beregnet oksygenforbruk på hele 2,4 ml O₂/mnd. Dette medfører at det kun går måneder før oksygenet er brukt opp. Naturtilstanden her er altså oksygenfrie og livløse sedimenter.



Figur 3. Øverst: Sakseidvågen avfallsdeponi sett fra sjøsiden. Området er tilvokst av furu- og løvtrær (m.a. bjørk og rogn), gress, einer og kratt. Den tette vegetasjonen indikerer god næringstilgang. **Nederst:** Parti fra strandsonen nedenfor deponiet. Avfall fra deponiet ligger spredt nedover mot sjøen og virker skjemmende. Alle bildene er tatt ved befaringen 12. oktober 2004.

SAKSEIDVÅGEN AVFALLSDEPONI

Deponiet ble drevet av Bømlo kommune, og det ligger direkte på utsprengt berggrunn (Fremmesvik og Løvseth 1998). Sigevannet ledes til en samlelum og videre i rør ut i vågen mot det dypeste i den indre delen. Deponiet har vært nedlagt siden 1990, har fått dekke over og blir i dag benyttet som jordbruksareal. SIM har ansvaret for overvåkingen av fyllplassen, og årlig rapporteres utslipp av sigevannsparemetre fra SIM til Fylkesmannen. Dette er basert på prøvetaking av sigevannet en gang i året der ulike parametre blir analysert. Utslippskonsentrasjonene av de viktigste sigevannsparemetrene i 2003 og 2004 er ført opp i **tabell 1**.

Tabell 1. Oversikt over utslippskonsentrasjonen av kjemiske parametre, tungmetaller og organiske miljøgifter i sigevann til Sakseidvågen i 2003 og 2004. Kilde: SIM.

Parameter:	Måleenhet	2003		2004
		Fangkum 1	Fangkum 2	
Tot-N	mg/l	3,09	-	2,0
Ammonium-N	mg/l	-	33,7	-
Klorid		11,5	77,1	46,2
Sulfat	mg/	3,93	3,26	7,75
Tot-P	: g / l	151	381	10
Natrium	mg/l	11,1	57,8	30,0
Kalium	mg/l	3,21	32,2	15,9
Aluminium	: g / l	45	14	255
Jern	mg/l	2,93	18,1	25,8
Krom	: g / l	0,53	1,78	4,3
Sink	: g / l	12	41	126
Kadmium	: g / l	<0,04	<0,04	0,23
Bly	: g / l	<0,40	0,50	4,51
Nikkel	: g / l	<1,50	6,07	10,9
Kobber	: g / l	<1	<1	5
Bor	mg/l	0,04	0,28	0,236
Arsen	: g / l	<0,58	<0,58	1,29
Kvikksølv	: g / l	<0,01	<0,01	<0,01
AOX	mg/l	0,09	0,13	0,05
Fenol	: g / l	<0,5	<0,5	<0,5
Tot. Cresolen	: g / l	<0,3	<0,3	<0,3
Tot. C2-alkylfenolen	: g / l	<0,9	<0,9	<0,9
Tot. C3-alkylfenolen	: g / l	<0,4	<0,4	<0,4
Tot. C4-alkylfenolen	: g / l	<0,3	<0,3	0,4
Aromater	: g / l	<1	<1	<1
PAH	: g / l	<0,6	<0,6	<0,6
PCB	: g / l	<0,07	<0,07	<0,07

Innholdet av tungmetaller, PCB og PAH i sigevann fra Sakseidvågen i 2003 og 2004 avfallsdeponi lå godt innenfor de nivåene som er vanlige i sigevann (jf. Hem 1994). F. eks lå verdiene av tungmetaller i sigevannet mellom 5 og 50 % av det som ble funnet i sigevann fra Vedvika avfallsdeponi, og innholdet av PAH og PCB lå på henholdsvis 0,5 og 5 % (Lømsland m. fl.1997). Dette skyldes også at avfallsdeponiet i Vedvika er i drift. Årsakene til at tungmetallnivået i sigevannet for 2004 var noe høyere enn i 2003, kan være at prøvene i 2004 ble tatt under andre forhold enn i 2003.

METODE

Den gjennomførte resipientundersøkelsen ved Sakseidvågen 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 beskriver bunntilstanden fra deponiet (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 B8 og B9.

Stasjonsnettet

Stasjonene B8, B9 og B15 er identiske med stasjonene fra undersøkelsene i 1983 og 1990 (Johannessen og Aabel 1984, Johannessen m. fl. 1991). Posisjonene til stasjonene er avmerket i **figur 4** og oppgitt i **tabell 2**.

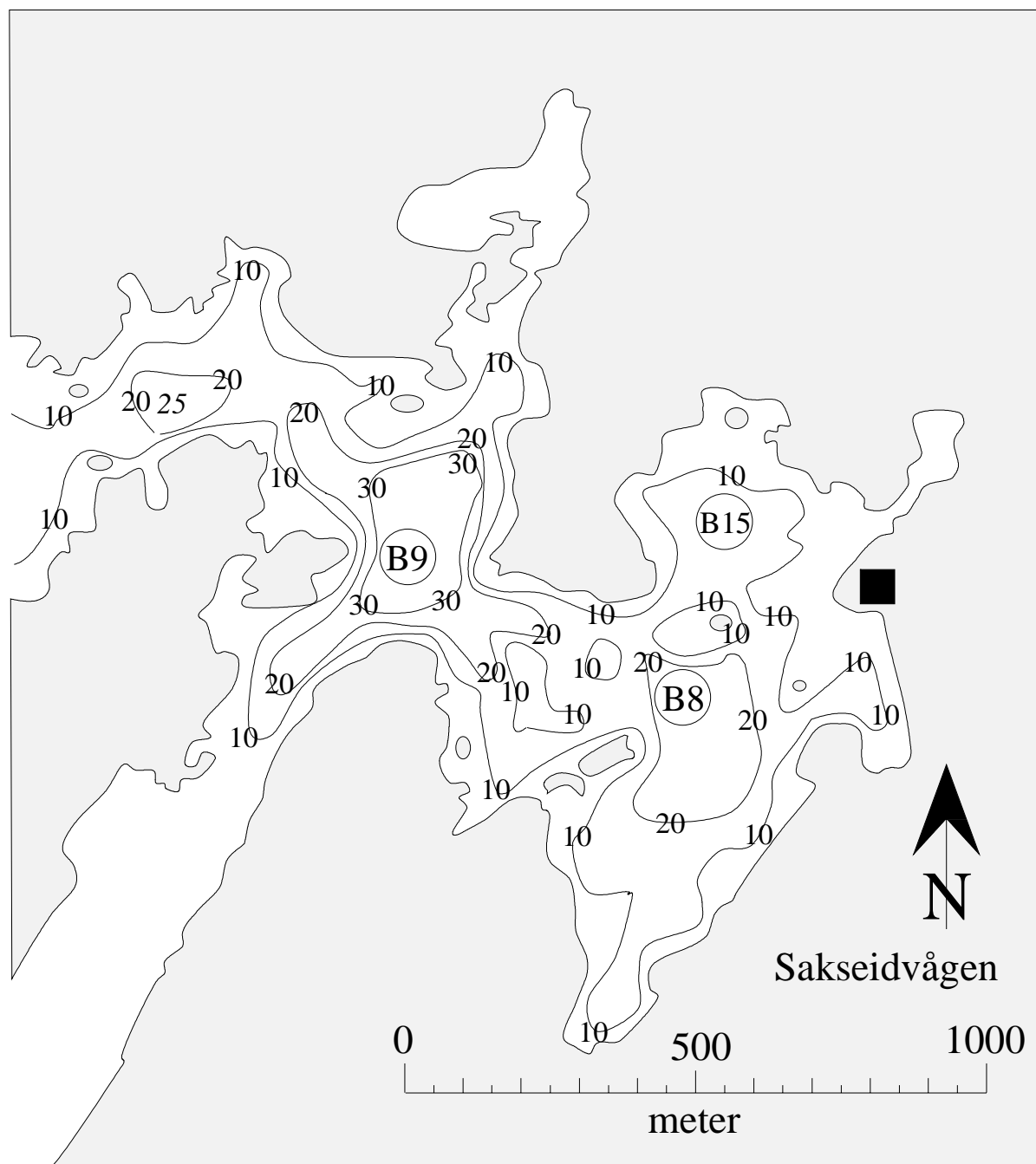
Tabell 2. Posisjon for stasjonene 1 - 3 ved resipientundersøkelsen utenfor Sakseidvågen avfallsdeponi 12. oktober 2004 (se **figur 4**).

Prøvetakingssted	Stasjon B8	Stasjon B9	Stasjon B15
Dyp (meter)	22	39	18
Posisjon (WGS 84)	N: 59° 45,173' E: 05° 14,370'	N: 59° 45,362' E: 05° 13,835'	N: 59° 45,363' E: 05° 14,443'

Stasjon B8 ligger på 22 m dyp i et lite delbasseng midt i innerste delen av Sakseidvågen. Bassenget er avgrenset mot nord av et gruntområde med noen holmer, med en terskel på rundt 15 m dyp mot vest ut til et nytt terskelområde. Stasjonen ligger i et tersklet område, og dette ble bekreftet under prøvetakingen der en på tre forsøk fikk opp 3 paralleller der grabbene var fulle.

Stasjon B9 ligger på 39 m dyp i et tersklet basseng vest for selve Sakseidvågen med dybder ned mot rundt 40 m. Mot vest finner en den dypeste terskelen på omtrent 13 m dyp nord for Lindøy. Ved stasjonen er det tilnærmet flatt i en radius på ca 100 - 200 m. Også her fikk en på fem forsøk opp 5 paralleller der grabbene var fulle.

Stasjon B15 ligger på 17 m dyp i et lite delbasseng nord i Sakseidvågen. Bassenget er avgrenset mot sør av et gruntområde med noen holmer, med en terskel på rundt 15 m dyp mot vest inn til et nytt terskelområde. Stasjonen ligger i et tersklet område, og dette ble bekreftet under prøvetakingen der en på tre forsøk fikk opp 3 paralleller der grabbene var fulle.



Figur 4. De tre stasjonene B8, B9 og B 15 ved resipientundersøkelsen i Sakseidvågen nedenfor avfallsdeponiet (svart firkant) 12. oktober 2004. Kartet er tegnet etter dybdekontekart for Bømlo kommune tegnet etter hydrografiske originaler.

Sedimentprøver

Ved resipientundersøkelsen 12. oktober 2004, ble det tatt tre parallelle bunnprøver på hvert av stasjonene B8 og B15 og fem parallelle bunnprøver på stasjon B9 med en 0,1 m² stor vanVeen grabb. Fra de første tre parallellene ble det tatt ut sedimentprøver. 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 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.

Befaring i strandsonen

Det ble utført en enkel befaring i strandsonen fra båt den 12. oktober 2004 der hovedvekten ble lagt på en fotodokumentasjon av strandsonen nedenfor avfallsdeponiet (**figur 3**). Det er utført en visuell bedømmelse av plante- og dyrelivet i strandsonen, og sammenlignet dette med hva som ble observert i 1990.

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 iverksettes av tiltak. Det er da ”problemeier”/ forurenser 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:

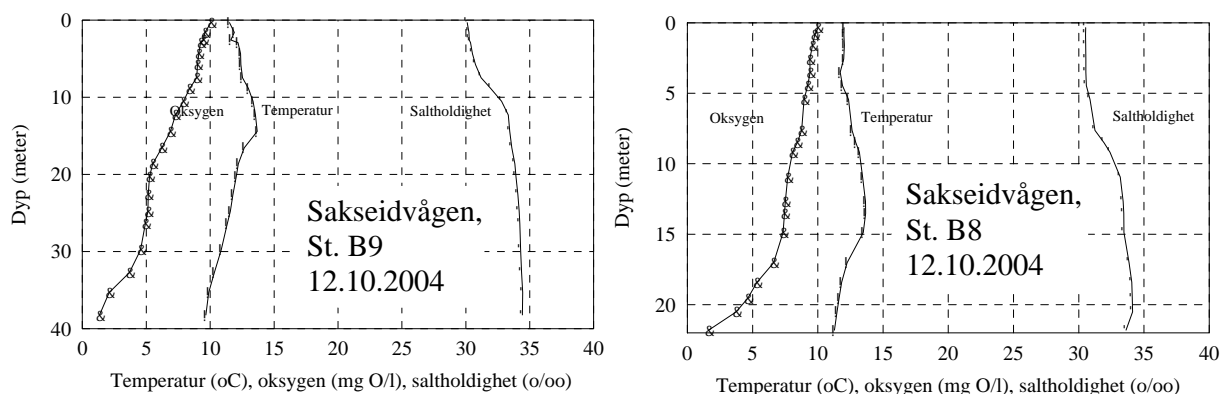
1	2	3	4	5
Høy status	God status	Moderat status	Dårlig status	Meget dårlig status

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 SAKSEIDVÅGEN OKTOBER 2004

Sjikttingsforhold

Den 12. oktober ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen ved stasjon B9 på det dypeste i Sakseidvågen og ved stasjon B8 inne i Sakseidvågen. 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 5**).



Figur 5: Temperatur-, saltholdighets- og oksygenprofiler ved stasjon B9 og B8 i Sakseidvågen 12. oktober 2004

Profilen på stasjon B9 avspeiler en høstsituasjon med en pågående overflateavkjøling i de øvre vannlag. Det var derfor ingen typisk sjiktning av vannmassene, men mer en situasjon der sjiktningen var i ferd med å brytes ned gjennom en avkjølingsprosess. Saltinnholdet indikerer fortsatt et sjikt der saltinnholdet stiger mest de øverste 12 meterne, fra 30,1 i overflaten til 33,3 på 12 meters dyp. Deretter øker saltinnholdet noe mindre i forhold til dybdeøkningen og er 34,4 på 38 m dyp. Samtidig motvirkes sjiktningen av at overflaten avkjøles, dertemperaturen øker fra overflaten og ned til 14 m dyp, dvs fra 11,5 °C til 13,7 °C. Deretter faller temperaturen til 9,7 °C på 38 m dyp. Oksygenprofilen viser et relativt høyt forbruk nedover i vannsøylen, med en oksygenvikt i de dypere vannlag. Oksygeninnholdet avtar jevnt ned til 14 meters dyp fra et innhold på 10,1 mg/l i overflaten og 6,9 mg/l på 14 meters dyp tilsvarende en metning på 112 % i overflata og 82 % på 14 m dyp. Deretter faller oksygeninnholdet videre nedover og er bare 1,34 mg/l på 38 m dyp, dvs en metning på 15 % og en oksygenmengde på 0,94 ml/l, noe som gir SFT tilstandsklasse V= "Meget dårlig".

På stasjon B8 inne i Sakseidvågen var forholdene omtrent de samme som ute i det dypeste i resipienten. Temperaturen økte fra 12 °C i overflaten til 13,7 °C på 13,5 m dyp og falt deretter til 11,3 °C på 22 m dyp. Saltinnholdet økte fra 30,5 i overflaten til 31,1 på 20,5 m dyp. Saltinnholdet falt deretter til 33,6 på 21,8 m dyp. Oksygeninnholdet var relativt høyt ned til ca 15 m dyp, dvs 9,8 mg/l i overflaten og 7,3 mg/l på 15 m dyp tilsvarende en metning på 109 % i overflata og 87 % på 15 m dyp. Deretter faller oksygeninnholdet jamnt nedover og er bare 1,64 mg/l på 21,8 m dyp, dvs en metning på 18,5 % og en oksygenmengde på 1,15 ml/l, noe som gir SFT tilstandsklasse V= "Meget dårlig".

Sedimentkvalitet

De innsamlete sedimentprøvene er beskrevet i **tabell 4** 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 tre paralleller på hver stasjon, men bare den laveste målte pH med tilhørende Eh er ført opp i **tabell 3**. Sedimentet på stasjon B9 på det dypeste i Sakseidvågen hadde fra litt lave til normale pH-verdier mellom 7,42 og 7,77 i alle parallellene, noe som indikerer fra tilfredsstillende til noe avgrensede oksygenforhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som viste positiv verdi på 100 i en parallell og negativ verdi på -30 og -70 i to paralleller. Det var varierende og lite hydrogensulfid i disse parallelle prøvene. Sedimentet ble likevel klassifisert til miljøtilstand 1 (beste) i henhold til NS 9410 på stasjon B9.

Sedimentet på stasjon B8 og B 15 helt inne i Sakseidvågen hadde alle lave pH-verdier mellom 6,98 og 7,38 i alle parallellene, noe som indikerer avgrensede oksygenforhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som viste negativ verdi fra -96 til -155 i alle parallellene. Det var sterk hydrogensulfid i alle tre parallellene på stasjon B8 og B15, og en samlet vurdering tilsier at sedimentet ble klassifisert til miljøtilstand 3 (nest dårligste i henhold til NS 9410 på begge stasjoner).

Tabell 3. Resultat fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensial (Eh) i sediment i Sakseidvågen 12. oktober 2004. Ved prøvetaking var: pH i sjøvann=7,98, Eh i sjøvann=388, temperatur i sjøvann 10,0 °C. Den laveste målte pH med tilhørende Eh er oppgitt.

Prøvested: replikant	Stasjon B8			Stasjon B9			Stasjon B15		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Surhet (pH)	7,32	7,38	6,98	7,42	7,65	7,77	7,09	7,12	7,13
Elektrodepotensial (Eh)	-111	-96	-150	100	-30	-70	-140	-136	-155
pH/Eh poeng (NS 9410)	2	2	3	1	1	1	3	2	2
pH/Eh-tilstand (NS 9410)	2	2	3	1	1	1	3	2	2

Stasjon B8 ligger i et lite delbasseng midt i Sakseidvågen. Sedimentet bestod av et svart, mykt finkornet mudder med høyt organisk innhold som luktet sterkt hydrogensulfid (H₂S).

Stasjon B9 ligger i et tersklet basseng vest for selve Sakseidvågen. Sedimentet besto hovedsakelig av et 5 - 10 cm mykt, gråsvart mudder oppå et underliggende fast lag av skjellsand og skjellrester og noe mudder. Det var svak lukt av hydrogensulfid (H₂S) i noen av parallellene.

Stasjon B15 ligger i et lite delbasseng nord i Sakseidvågen. Sedimentet bestod av et svart, mykt finkornet mudder med høyt organisk innhold som luktet sterkt hydrogensulfid (H₂S).

Tabell 4. Beskrivelse av sedimentprøvene som ble samlet inn fra Stokksundet utenfor Sakseidvågen avfallsdeponi 12. oktober 2004.

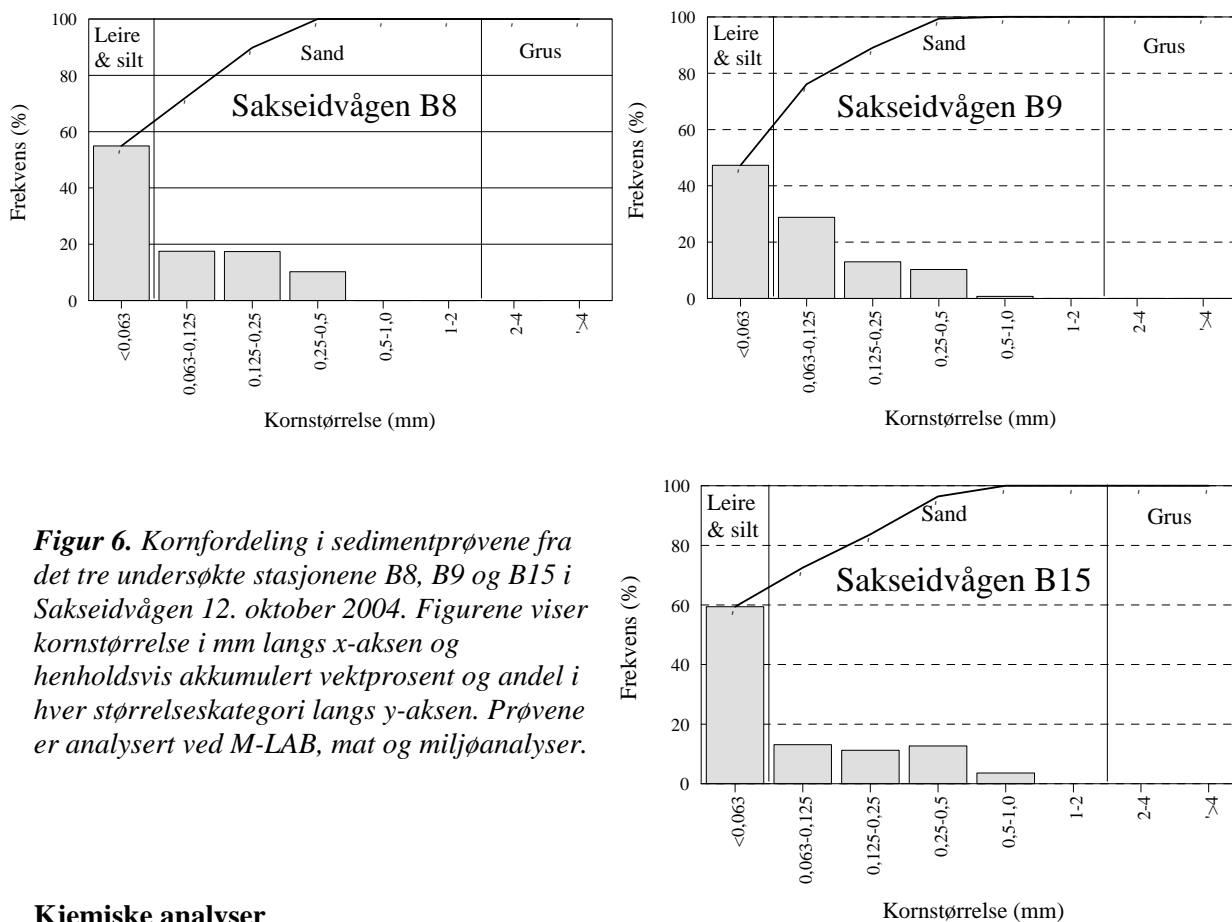
Prøvetakingssted replikat	Stasjon B8			Stasjon B9					Stasjon B15		
	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3
Grabbvolum (liter)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Prøvedyp	22			39					18		
Bobling i prøve	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Lukt av H ₂ S	Sterk	Sterk	Sterk	Nei	Nei	Svak	Svak	Svak	Sterk	Sterk	Sterk
Primær sediment	Skjellsand Grus/stein Sand/silt Leire			Ja Ja Ja Ja							
Organisk	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Beskrivelse av prøven	Full grabb med svart, myk mudder med sterk H ₂ S lukt			Full grabb med et 5 - 10 cm mykt, gråsvart mudder oppå et underliggende fast blandingslag av mest skjellsand og skjellrester og noe mudder. Ingen-noe H ₂ S.					Full grabb med svart, myk mudder med sterk H ₂ S lukt		

Kornfordeling

Sedimentet var finkornet på alle tre stasjonene, noe som indikerer sedimenterende forhold og dårlige strøm- og utskiftingsforhold. Andelen silt og leire var 54,9 % på stasjon B8, 47,3 % på stasjon B9 og 59,3 % på stasjon B15 (**tabell 5** og **figur 6**). Sedimentet var noe mer finkornet på stasjonene B8 og B15 inne i selve Sakseidvågen enn på den dypeste stasjonen lengst vest i Sakseidvågen. Andelen sand var høy på alle tre stasjonene, dvs 45,1 % på stasjon B8, 52,7 % på stasjon B9 og 40,7 % på stasjon B15, og stort sett bare den fineste fraksjonen sand forekom (under 0,5 mm) i alle tre prøvene. Glødetapet var som forventet høyt i alle tre prøvene (30 % på stasjon B8 og B9 og 40 % på stasjon B15).

Tabell 5. Organisk innhold og kornfordeling i sedimentet på de tre undersøkte stasjonene i Sakseidvågen 12. oktober 2004. Prøvene er analysert ved M-LAB mat og miljøanalyser.

Forhold	Stasjon B8	Stasjon B9	Stasjon B15
Glødetap i %	30	30	40
Leire & silt i %	54,1	47,3	59,3
Sand i %	45,9	52,7	40,7
Grus i %	0	0	0



Figur 6. Kornfordeling i sedimentprøvene fra det tre undersøkte stasjonene B8, B9 og B15 i Sakseidvågen 12. oktober 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.

Kjemiske analyser

Tørrstoffinnholdet var lavt og lå mellom 13,3 og 18,0 % i alle prøvene. De relativt lave verdiene av tørrstoff på alle stasjonene skyldes at alle disse prøvene inneholdt mye organisk stoff. Slike prøver inneholder mye fuktighet.

Det gjennomsnittlige glødetapet var tilsvarende svært høyt på disse stasjonene, med henholdsvis 34,3 %, 31,3 % og 37,3 % på stasjonene B8, B9 og B15. Dette indikerer svært dårlige omsetningsforhold for organisk materiale på alle disse stasjonene (**tabell 6** og **7**).

Tabell 6. Sedimentanalyser fra tre parallelle prøver ved hvert av de tre undersøkte stasjonene i Sakseidvågen 12. oktober 2004. Prøvene er analysert ved Eurofins Norway AS.

Forhold	Enhet	Stasjon B8			Stasjon B9			Stasjon B15		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tørrstoff	%	13,5	13,3	13,5	17,4	18,0	17,0	13,3	13,6	13,6
Glødetap	%	34	35	34	33	30	31	37	37	38
TOC	mg/g	136	140	136	132	120	126	148	148	154
Normalisert TOC	mg/g	144	148	144	141	129	135	155	155	161

Gjennomsnittlig innhold av normalisert TOC var 145,3 mg C/g på stasjon B8 og henholdsvis 135 og 157 mg C/g på stasjon B9 og B15 i Sakseidvågen, noe som tilsvarer SFTs 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 tre stasjonene (**tabell 7**). Analysene omfatter en hel rekke ulike typer miljøgifter, men bare de som hadde påviselige konsentrasjoner er ført opp i **tabell 7**. Hele rekken av analyseparametre til Eurofins TerrAttesT er listen i **vedleggstabell 1** bakerst i rapporten.

Nivået av tungmetaller var generelt på et moderat nivå for de ulike metallene på alle tre stasjonene, men litt lavere for flere av metallene på stasjon B9 lengst fra deponiet (**tabell 7**). For tungmetallet krom ble det funnet små konsentrasjoner på alle tre stasjonene tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "Ubetydelig-lite forurenset". For tungmetallet nikkel ble det funnet små konsentrasjoner på stasjonene B8 og B9 (tilstandsklasse I) og så vidt over bakgrunnsnivå på stasjon B15 tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". For tungmetallet kadmium ble det funnet en konsentrasjon på 7,6 - 17,2 over bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse III="Markert forurenset". For det øvrige tungmetallene ble det påvist en konsentrasjon på ca 1,1 - 3 ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Dette indikerer en ubetydelig - moderat miljøpåvirkning av tungmetaller i sediment fra Sakseidvågen avfallsdeponi.

For PAH-stoffene ble det påvist flere forbindelser alle tre stasjonene, og disse forekom i en samlet konsentrasjon på 6,3 - 7,3 ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II ="Moderat forurenset" på stasjon B9 og SFTs tilstandsklasse III="Markert forurenset" på stasjon B8 og B15 (**tabell 7**). Nivået av PAH-stoffene var litt lavere på stasjon B9 lengst fra deponiet, men nivået er nær grensen for tilstand III. Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist alle tre stasjonene tilsvarende en konsentrasjon på 1,1 - 1,4 ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II ="Moderat forurenset". Dette indikerer fremdeles en markert miljøpåvirkning av PAH-stoffer i sediment fra Sakseidvågen selv om deponiet for lengst er avviklet.

Det ble funnet moderate konsentrasjoner av oljehydrokarboner i en parallell på stasjon B9 og B15 (**tabell 7**). Det ble ikke funnet PCB i noen av prøvene.

Tabell 7. Miljøgifter i sediment (gjennomsnittsverdier fra tre parallelle prøver) fra hvert av de tre undersøkte stasjonene i Sakseidvågen 12. oktober 2004. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter (for enkeltresultater og undersøkte miljøgifter se **vedleggstabell 1** bakerst i rapporten). 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 B8				Stasjon B9				Stasjon B15			
		1	2	3	snitt	1	2	3	snitt	1	2	3	snitt
Arsen (As)	mg/kg	23	22	19	21	26	27	27	27	20	29	15	22
Barium (Ba)	mg/kg	59	42	53	51	50	55	48	51	37	48	36	40
Kadmium (Ca)	mg/kg	4,1	4,3	4,4	4,3	1,7	2,0	1,9	1,9	4,1	4,5	3,7	4,1
Kobolt (Co)	mg/kg	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5
Krom (Cr)	mg/kg	45	47	48	47	43	38	38	40	52	52	52	52
Kobber (Cu)	mg/kg	56	52	50	53	48	44	46	46	45	53	42	47
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,43	0,4	0,49	0,44	0,38	0,36	0,36	0,36	0,37	0,48	0,1	0,31
Molybdeb (Mo)	mg/kg	44	33	35	37	12	16	13	14	27	25	24	25
Nikkel (Ni)	mg/kg	28	29	29	29	25	22	23	23	30	31	30	30
Bly (Pb)	mg/kg	94	86	95	92	79	64	68	70	75	96	49	73
Selen (Se)	mg/kg	6		7	4	7			2				
Antimony (Sb)	mg/kg									4			1
Tinn (Sn)	mg/kg			8	3								
Vanadium (Vd)	mg/kg	100	110	100	103	79	75	72	75	91	99	77	89
Sink (Zn)	mg/kg	300	260	300	287	180	170	170	173	200	300	130	210
Naphtalene	mg/kg	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0,03
Phenanthrene	mg/kg	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,08	0,03	0,05
Fluoranthene	mg/kg	0,22	0,18	0,19	0,20	0,16	0,14	0,16	0,15	0,14	0,20	0,12	0,15
Pyrene	mg/kg	0,19	0,26	0,20	0,22	0,17	0,12	0,14	0,14	0,18	0,24	0,14	0,19
Benzo(a)anthracene	mg/kg	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,05	0,09	0,08	0,09	0,11	0,06	0,09
Chrysene	mg/kg	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,11	0,14	0,13	0,14	0,19	0,08	0,14
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	0,45	0,57	0,47	0,50	0,51	0,29	0,44	0,41	0,49	0,64	0,30	0,48
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg	0,15	0,21	0,13	0,16	0,16	0,09	0,16	0,14	0,17	0,20	0,11	0,16
Benzo(a)pyrene	mg/kg	0,12	0,16	0,13	0,14	0,13	0,09	0,12	0,11	0,14	0,19	0,08	0,14
Dibenzo(ah)anthracene	mg/kg	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03		0,03	0,05	0,07	0,03	0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,26	0,37	0,29	0,31	0,36	0,23	0,35	0,31	0,38	0,49	0,21	0,36
Indeno(123cd)pyrene	mg/kg	0,29	0,41	0,33	0,34	0,38	0,24	0,37	0,33	0,42	0,54	0,22	0,39
3 PAH 10 VROM	mg/kg	1,4	1,7	1,4	1,5	1,5	1,0	1,5	1,3	1,6	2,0	0,93	1,52
3 PAH 16 EPA	mg/kg	2,1	2,5	2,1	2,2	2,2	1,5	2,0	1,9	2,3	3,0	1,4	2,2
Biphenyl	mg/kg	0,006	0,005		0,004	0,005			0,02				
Di-isobutylphtalate	mg/kg	0,8	0,9	0,7	0,8	0,6	0,6	1,1	0,8	0,9	1,2	0,6	0,9
TPH C10-C16	mg/kg									10			3
TPH C16-C22	mg/kg						10	3		14			5
TPH C22-C30	mg/kg						11	4		12			4
TPH C30-C40	mg/kg						29	10		46			15
3 TPH (C10-C40)	mg/kg						58	19		82			27

Bunnfauna

Bunndyr i de innsamlete sedimentprøvene ble silt fra på 1 mm rist og analysert separat for hver av de fem parallelle prøvene på stasjon B9 og for hver av de tre parallellene fra stasjon B8 og B15. På stasjon B9 ble det funnet lite dyr, mens det på stasjon B8 og B 15 ikke ble funnet dyr (**tabell 8**).

På stasjon B9 ble det tilsammen funnet 25 individer fordelt på 5 arter. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble beregnet til 1,97, og dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse IV="Dårlig". Det har i praksis liten verdi å regne ut noen diversitetsindeks på dette datagrunnlaget siden artene som ble funnet på stasjon B9 alle er typiske i områder preget av organisk belastning. Forholdene for levende bunndyr i Sakseidvågen på alle tre stasjonene var ved denne granskingen uansett svært dårlige tilsvarende SFTs tilstandsklasse V="Meget dårlig."

Tabell 8. Antall arter og antall individer av bunndyr i de fem parallelle prøvene på stasjon B9 i resipienten utenfor Sakseidvågen avfallsdeponi 12. oktober 2004.

Arter	Parallell					
	1	2	3	4	5	3
Chaetozone setosa	2					2
Pectinaria koreni	2					2
Thyasira spp.	9					9
Abra nitida	12					12
Corbula gibba		2	1			3
Antall arter	4	1	1	0	0	5
Antall individer	25	2	1	0	0	25

Befaring i strandsonen

Strandsonen nedenfor avfallsdeponiet ble inspisert fra båt for å se etter tegn til forurensing i fjæra, dvs eventuell fattig flora og fauna med trådformede brune og grønne alger. Dette ble første gang gjort i 1990 (Johannessen m. fl. 1991). I strandsonen nedenfor Sakseidvågen avfallsdeponi var det fortsatt mye griselang og et godt utviklet ca 20 cm bredt sammenhengende rurbelte.



Figur 7. Utsnitt av strandsonen nedenfor deponiet. På bildet **til venstre** sees de rødbrune avsetningene på fjellet over fjæra, der en ellers ser grønne alger, rur og blåskjell. Under vann skimtes griselang. På bildet **til høyre** sees endel avfall og skrot i strandsonen. Nederst i strandsonen sees strandsegl, blåskjell og griselang. Alle bildene er tatt ved befaringen 12. oktober 2004.

Der var også endel strandsnegl og blåskjell. Det lå endel boss i strandsonen (jf. **figur 3**) der noe av dette også hadde sklidd ut i sjøen. Flere steder kunne en se rødbrune avsetninger og grønnalger på berget (**figur 7**), noe som trolig skyldes avsig fra fyllplassen. Strandsonen bar fortsatt preg av å være noe belastet.

Sakseidvågen og EUs vanndirektiv

I forbindelse med EUs vanndirektiv vil Sakseidvågen utgjøre en naturlig vannforekomst sannsynligvis sammen med utenforliggende sjøområder.

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
- Lagdelt med stagnerende dypvann

Beskrivelsen av de to undersøkte bassengene i Sakseidvågen er basert på at dette er et sjøbasseng med naturlig stagnerende dypvann med lite oksygen, lite og ingen bunnfauna og høyt organisk innhold på grunn av dårlige nedbrytingsforhold. Det innerste bassenget vil fra naturens side i største delen av tiden være oksygenfritt i dypvannet. Det ytterste bassenget vil år om annet ha oksygenfritt dypvann, slik at det vil være variable forhold her med hensyn på forekomst av dyr.

Forholdene som ble funnet ved befaringen i oktober 2004 avviker ikke særlig fra naturtilstanden, bortsett fra innholdet av metaller og PAH-stoffer i sedimentet. Det er imidlertid ikke denne forurensningen som er årsak til den biologiske tilstanden i resipientene. Så selv om "miljøtilstanden" er "meget dårlig" i henhold til alle SFT-klassifiseringene, beskrives bassengene som å ha "**god økologisk status**", fordi de avviker kun litt fra det som er forventet naturtilstand. Det skal rett og slett ikke være annerledes her.

Vurderingen baserer seg på følgende undersøkte fakta:

Biologiske forhold = nær forventet naturtilstand:

- Ytterste basseng har lite og artsfattig bunnfauna (SFT tilstand V = "meget dårlig")
- Innerste basseng har ikke bløtbunnfauna i det dypeste (SFT tilstand V = "meget dårlig")

Kjemiske forhold = noe forurensset:

- Metaller i sedimentet (SFT tilstand I-III= "ubetydelig-markert forurensset")
- PAH-miljøgifter i sedimentet (SFT tilstand II -III = "moderat -markert forurensset")
- Ikke funnet PCB-miljøgifter i sedimentet
- I ytterste bassenget var sediment-tilstand pH/Eh nær naturtilstand (tilstand 1 etter NS 9410)
- I innerste bassenget var sediment-tilstand pH/Eh (tilstand 3 etter NS 9410)
- Organisk stoff i sedimentet var høyt SFT tilstand V="meget dårlig"

Fysiske forhold = nær forventet naturtilstand:

- Lite oksygenmetning til bunns (SFT tilstand V = "meget dårlig")
- Ingen inngrep som endrer vannstrømming, vannutskifting og temperatur eller oksygenforhold

VURDERING AV TILSTAND OG UTVIKLING

Sakseidvågen avfallsdeponi har ikke vært i drift siden 1990, og formålet med denne undersøkelsen var å overvåke tilstanden i resipienten 15 år etter forrige undersøkelse. Resipienten i Sakseidvågen ligger innestengt bak lokale terskler der det kan forventes stagnerende vannmasser og dårlige resipientforhold. Resultatene bar preg av dette.

Sjiktningforhold

Både på stasjon B9 på det dypeste stedet i Sakseidvågen og på stasjon B8 innerst i Sakseidvågen ble det den 12. oktober 2004 funnet stagnerende vannmasser. Oksygenprofilen viste et relativt høyt forbruk nedover i vannsøylen, med en oksygenvikt i de dypere vannlag. På det dypeste i Sakseidvågen falt oksygeninnholdet fra 14 m dyp jamnt nedover og er bare 1,34 mg/l på 38 m dyp, dvs en metning på 15 % og en oksygenmengde på 0,94 ml/l, noe som gir SFT tilstandsklasse V= "Meget dårlig".

På stasjon B8 inne i Sakseidvågen var forholdene omtrent de samme som ute i det dypeste i resipienten. Oksygeninnholdet var relativt høyt ned til ca 15 m dyp, dvs 9,8 mg/l i overflaten og 7,3 mg/l på 15 m dyp tilsvarende en metning på 109 % i overflata og 87 % på 15 m dyp. Deretter faller oksygeninnholdet jamnt nedover og er bare 1,64 mg/l på 21,8 m dyp, dvs en metning på 18,5 % og en oksygenmengde på 1,15 ml/l, noe som gir SFT tilstandsklasse V= "Meget dårlig".

Årsaken til disse forholdene er at Sakseidvågen er en tersklet resipient med avgrensede resipientforhold. I denne typen resipienter opptrer det ofte en situasjon på senhøsten der oksygeninnholdet er kraftig redusert på grunn av en stabil sjiktning av vannmassene vår og sommer, jamne tilførsler av organisk materiale som forbruker oksygen under nedbryting, stagnerende vannmasser under terskeldyp og manglende bunnvannsfornyning over tersklene. Enkelte år kan oksygeninnholdet i dypvannet være helt oppbrukt. Da får en råttent bunnvann med hydrogensulfidluft. Svært ofte inntreer det imidlertid en årlig bunnvannsfornyning over terskelen vinterstid da vannsøylen er nedkjølt og sjiktningen er nedbrutt. På denne årstiden vil det normalt foregå vertikalutskifting og omveltning av vannmasser også ned til det dypeste i Sakseidvågen på grunn av at det kalde overflatevannet synker ned og gradvis erstatter varmere, underliggende og mer oksygenfattige vannmasser. Tidligere undersøkelser i området bekrefter disse forholdene.

Hydrografimålinger utført 13. oktober 1983 viste også at det var oksygenfritt på 20 meters dyp på stasjon B8. Det ble målt en oksygenmengde på 0,09 ml/l tilsvarende en oksygenmetning på 1,8 % (Johannessen m.fl. 1984). Dette tilsvarer oksygenfrie forhold. På samme sted ble det 14. februar 1990 målt en oksygenmengde på 7,52 ml/l tilsvarende en oksygenmetning på 109,5 % (Johannessen m.fl. 1991). Dette tilsvarer full oksygenmetning til bunns. Den 6. februar 2004 ble det målt hydrografi på stasjon B9. Her ble det målt full oksygenmetning til bunns med en oksygenkonsentrasjon på 7,6 mg/l tilsvarende en oksygenmetning på 79,6 % (Tveranger og Johnsen 2004). Våre målinger utført 12. oktober 2004 viste på nytt stagnerende vannmasser på de samme to stedene. Hydrografimålingene bekrefter således de beregnede forholdene gjort ved hjelp av Fjordmiljø-modellen (Stigebrandt, 1992, 2001).

Sedimentkvalitet

Resultatene viser at sedimentet var finkornet på alle tre stasjonene, noe som indikerer sedimenterende forhold og dårlige strøm- og utskiftingsforhold. Andelen silt og leire var 54,9 % på stasjon B8, 47,3 % på stasjon B9 og 59,3 % på stasjon B15. Sedimentet var noe mer finkornet på stasjonene B8 og B15 inne i selve Sakseidvågen enn på den dypeste stasjonen lengst vest i Sakseidvågen. Andelen sand var høy på alle tre stasjonene, dvs 45,1 % på stasjon B8, 52,7 % på stasjon B9 og 40,7 % på stasjon B15, og stort sett bare den fineste fraksjonen sand forekom (under 0,5 mm) i alle tre prøvene. Glødetapet var som forventet høyt

i alle tre prøvene (30 % på stasjon B8 og B9 og 40 % på stasjon B15). Disse resultatene er som forventet og omtrent i samsvar med tidligere undersøkelser utført i 1983, 1990 og 2004 (Johannessen m. fl. 1983, 1990, Tveranger og Johnsen 2004, jf. **tabell 9**). På stasjon B9 var andelen leire og silt vesentlig lavere ved undersøkelsen vinteren 2004 i forhold til i 1983 og 1990. Det samme gjaldt for stasjonene B8, B9 og B15 høsten 2004 i forhold til tidligere undersøkelser. Dette kan skyldes flere forhold. Stasjonene er ikke alltid helt identiske ved hver undersøkelse, og innholdet er derfor ikke alltid helt likt. Det ble f. eks ved undersøkelsen vinteren 2004 funnet mye skjellsand i prøvene på stasjon B9. Sammensetningen av selve prøveuttaket kan også variere noe fra gang til gang, og selve analysen kan også gi forskjellige resultat, bl.a. dersom det er benyttet ulike laboratorier. Disse variasjonene i analyseresultat mellom de ulike undersøkelsene blir imidlertid ikke tillagt særlig vekt, siden sedimentets beskaffenhet er vurdert til å være relativt lik på de tre stasjonene, bestående av hovedsaklig organiske sedimenter.

Tørrstoffinnholdet var lavt og lå mellom 13,3 og 18,0 % i alle prøvene. De relativt lave verdiene av tørrstoff på alle stasjonene skyldes at alle disse prøvene inneholdt mye organisk stoff. Slike prøver inneholder mye fuktighet.

Det gjennomsnittlige glødetapet, som er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, var tilsvarende svært høyt på disse stasjonene, med henholdsvis 34,3 % , 31,3 % og 37,3 % på stasjonene B8, B9 og B15. Dette indikerer svært dårlige omsetningsforhold for organisk materiale på alle disse stasjonene. En regner med at glødetapet vanligvis er 10% eller mindre i sedimenter 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 stasjonene som tidligere er undersøkt (Johannessen m. fl. 1983, 1990, Tveranger og Johnsen 2004, jf. **tabell 9**).

Innholdet av organisk stoff i sedimentet ble beregnet til et gjennomsnittlig innhold av normalisert TOC på 145,3 mg C/g på stasjon B8 og henholdsvis 135 og 157 mg C/g på stasjon B9 og B15 i Sakseidvågen, noe som tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig". (SFT 1997). Dette gjelder også for tidligere undersøkelser på alle tre stasjonene.

Sedimentet på alle tre stasjonene hadde også lave pH-verdier og tilhørende negative elektrodepotensial på stasjon B8 og B15, og det var også sterk hydrogensulfidlukkt på begge stasjonene. Det var noe bedre forhold på det dypeste lengst vest i Sakseidvågen. pH verdiene var høyere, elektrodepotensialet var ikke så lavt, og hydrogensulfidlukten i sedimentet var moderat.

Sedimentkvaliteten indikerer at det er avgrensede nedbrytingsforhold i hele Sakseidvågen, og at området ikke har kapasitet til å motta noen former for utslipp.

Tabell 9. Sammenligning av sedimentkvalitet på de tre stasjonene i Sakseidvågen ved de fire undersøkelsene i 1996, 2000 og 2004, vinter og høst.

Forhold	Enhet	Stasjon B8			Stasjon B9				Stasjon B15	
		1983	1990	2004	1983	1990	2004V	2004H	1990	2004
Leire og silt	%	80	98	54,1	70	91	21,4	47,3	98	59,3
Sand	%	20	2	45,9	26	8,5	75,1	52,7	2	40,7
Grus	%	0	0	0	4	0,5	3,5	0	0	0
Glødetap	%	43,8	42,9	34,3	32,1	30,9	16,5	31,3	47,4	37,3
TOC	mg/g	175,2	171,6	137,3	128,4	123,6	66	126	189,6	158
Normalisert TOC	mg/g	178,8	172,0	145,3	133,8	125,2	80,1	135	190,0	157

Miljøgifter i sediment

Sedimentprøvene ble analysert for en hel rekke ulike typer miljøgifter og metaller (se **vedleggstabell 1** bakerst i rapporten). Slike prøver tas vanligvis ved det dypeste i bassengene, der det er å vente at tilførsler av sedimenterende stoff vil akkumuleres over tid.

Tungmetaller i sedimentet

Nivået av tungmetaller var generelt på et moderat nivå for de ulike metallene på alle tre stasjonene, men litt lavere for flere av metallene på stasjon B9 lengst fra deponiet (**tabell 7**). For tungmetallet krom ble det funnet små konsentrasjoner på alle tre stasjonene tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "Ubetydelig-lite forurenset". For tungmetallet nikkel ble det funnet små konsentrasjoner på stasjonene B8 og B9 (tilstandsklasse I) og så vidt over bakgrunnsnivå på stasjon B15 tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". For tungmetallet kadmium ble det funnet en konsentrasjon på 7,6 - 17,2 over bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse III="Markert forurenset". For det øvrige tungmetallene ble det påvist en konsentrasjon på ca 1,1 - 3 ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Dette indikerer en ubetydelig - moderat miljøpåvirkning av tungmetaller i sediment fra Sakseidvågen avfallsdeponi.

Konsentrasjonen av tungmetaller i sediment fra de tre ulike stasjonene i Sakseidvågen var nokså likt fordelt. Dette er som forventet siden det ikke er stor avstand mellom stasjonene (de ligger innenfor det som kan betegnes som influensområde), samt at det er omtrent de samme sedimenterende forholdene alle tre stasjonene. Stasjonen B9 lengst fra avfallsdeponiet hadde imidlertid noe lavere verdier av de fleste påviste tungmetallene.

Tungmetallinnholdet i sediment har bare vært undersøkt en gang tidligere, dvs. i 1990 (**tabell 10**). Undersøkelsen i 1990 viste en noe høyere verdi av metallene bly, krom og sink på alle tre stasjonene og av tungmetallet kvikksølv på stasjon B9 og B15. Nivået av kadmium var omtrent identisk på alle tre stasjonene ved begge undersøkelsene. Konsentrasjonene ligger imidlertid innenfor samme miljøtilstandsklasse i hele undersøkelsesperioden for tungmetallene kadmium, kvikksølv og sink, mens nivået av bly i 1990 tilsvarte miljøtilstand III="Markert forurenset". Undersøkelsen i 1990 viste også et noe lavere nivå av de fleste undersøkte tungmetaller på stasjon B9 lengst vekk fra deponiet (Johannessen m. fl. 1991).

I løpet av en 15 års periode kan det dokumenteres en nedadgående trend når det gjelder tungmetallene bly, krom og sink på alle tre stedene, mens nivået av kvikksølv viser en nedadgående trend på stasjon B9 og B15. Bare for bly medfører dette en bedring i miljøtilstandsklasse. For tungmetallet kadmium er situasjonen uforandret på alle tre stasjonene, og for kvikksølv er situasjonen uforandret på stasjon B8. En oppsummering tilsier en moderat bedring av tungmetallinnholdet i sedimentet siden 1990.

Tabell 10 Sammenligning av tungmetallinnhold ved de to undersøkelsene i 1990 og 2004. Bare de metallene som er målt både i 1990 og 2004 er tatt med i oversikten.

Forhold	Enhet	Stasjon B8		Stasjon B9		Stasjon B15	
		1990	2004	1990	2004	1990	2004
Bly (Pb)	mg/g	131	92	134	70	135	73
Kadmium (Cd)	mg/g	4,24	4,3	1,94	1,9	4,06	4,1
Krom (Cr)	mg/g	51,0	47	40,8	40	56,6	52
Kvikksølv (Hg)	mg/g	0,41	0,44	0,42	0,36	0,41	0,31
Sink (Sn)	mg/g	405	287	220	173	323	210

PAH-miljøgifter

For PAH-stoffene ble det påvist flere forbindelser alle tre stasjonene, og disse forekom i en samlet konsentrasjon på 6,3 - 7,3 ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset" på stasjon B9 og SFTs tilstandsklasse III = "Markert forurenset" på stasjon B8 og B15. Nivået av PAH-stoffene var litt lavere på stasjon B9 lengst fra deponiet, men nivået er nær grensen for tilstand III. Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist alle tre stasjonene tilsvarende en konsentrasjon på 1,1 - 1,4 ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Dette indikerer fremdeles en markert miljøpåvirkning av PAH-stoffer i sediment fra Sakseidvågen selv om deponiet for lengst er avviklet.

Sammensetningen av de ulike PAH-komponentene er av betydning for giftighetsgrad. Ved høy temperatur og forbrenning dannes det "lette" enkelt sammensatte PAH-stoffer med få alkydgrupper/benzenringer, og disse er relativt ufarlige, som f. eks fenantren, antrasen og pyren. Ved ufullstendig forbrenning av f. eks olje, koks og kull dannes de "tyngre" komponentene som er svært høyaktive og karsinogene, f. eks benzo(a)pyren og dibenzo(a,h)anthrasen. Disse stoffene er ofte høyt alkylerte og har molekyler med mange kondenserte femringer. Flere av disse tyngre forbindelsene ble funnet i sediment fra alle tre stasjonene i Sakseidvågen.

PAH stoffer dannes ved alle former for forbrenning av organisk materiale. Gruppen oljerelaterte forbindelser (naftalen og fenantren) utgjorde 4 % av PAH-stoffene på alle tre stasjonene, mens gruppen forbrenningsrelaterte forbindelser utgjorde resten. Henholdsvis 71 %, 74 % og 76 % av de forbrenningsrelaterte forbindelsene på stasjon B8, B9 og B15 tilhører gruppen av sannsynlige eller mulige carsinogener KPAH (IARC 1987).

PAH-innholdet i sedimentet ble ikke undersøkt i 1990.

Bunnfauna

Bløtbunnsfauna ble samlet inn på de samme tre stasjonene som ved tidligere undersøkelser, og resultatene av disse og tidligere undersøkelser er oppsummert i **tabell 11**.

På stasjonen ble det tilsammen funnet 25 individer fordelt på 5 arter. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble beregnet til 1,97, og dette tilsvarende SFTs tilstandsklasse IV = "Dårlig". Det har i praksis liten verdi å regne ut noen diversitetsindeks på dette datagrunnlaget siden artene som ble funnet på stasjon B9 alle er typiske i områder preget av organisk belastning. Forholdene for levende bunndyr i Sakseidvågen på alle tre stasjonene var ved denne granskingen uansett svært dårlige tilsvarende SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig."

Indre del av Sakseidvågen har vært helt uten dyreliv siden undersøkelsene startet opp i 1983. Her er det ikke levelige forhold for bunnlevende dyr. På det dypeste i Sakseidvågen har det imidlertid vært levelige vilkår for dyr siden undersøkelsene startet opp i 1983, men det ser ut som om det har vært en forverring av miljøforholdene i perioden, og at dette ser ut til å ha inntrått et sted på 90-tallet.

Bunnfaunaen i på det dypeste i Sakseidvågen var høsten 2004 noe mer artsfattig enn vinteren 2004 (Tveranger & Johnsen 2004), mens individantallet var omtrent det samme. Det samlede undersøkte bunnarealet var imidlertid 2,5 ganger større ved høstens undersøkelse, slik at tettheten av bunndyr i realiteten var gått ned. Det var således blitt en kvalitetsforringelse av dyresamfunnet fra vinteren til høsten 2004, noe som trolig henger sammen med de dårlige miljøforholdene med oksygenfattigt dypvann.

I forhold til tidligere år var bunnfaunaen vinteren og høsten 2004 noe mer arts- og individrik enn i 1999 (Johnsen 1999) og 2001 (Johnsen 2001). Kvaliteten på dyresamfunnet vinteren 2004 ble klassifisert til SFT tilstandsklasse III= "Mindre god", dvs at kvaliteten på dyresamfunnet hadde blitt bedre siden 2001 da dyresamfunnet ble klassifisert til SFT tilstandsklasse IV="Dårlig". Faunaen vinteren og høsten 2004 var imidlertid fremdeles relativt arts- og individfattig når en sammenligner med undersøkelsene i 1983 og 1990. Da ble det tatt prøver som dekket tre ganger arealet vinteren 2004 og omtrent det samme arealet som høsten 2004. I 1999 og 2001 ble det tatt prøver som utgjør halvparten av arealet undersøkt vinteren 2004 og ca 1/5 av arealet undersøkt høsten 2004 (**tabell 11**), så det høyere antall individer som er rapportert i år kan delvis tilskrives dette. En vurdering av perioden 1999 - 2004 tilsier at kvaliteten på dyresamfunnet på det dypeste i Sakseidvågen i realiteten har vært relativt konstant, dvs at det hverken har blitt noen forverring eller forbedring. Kvaliteten på dyresamfunnet har variert mellom tilstand III og V, og det er en betydelig reduksjon i både individ og antall arter i forhold til undersøkelsen i 1983 og 1990. Kvaliteten på dyresamfunnet i 1990 var tilstand II="God".

Utslippene fra Sakseidvågen avfallsdeponi kan ikke forklare denne endringen i miljøforholdene i Sakseidvågen fra 1983 og 1990 til perioden 1999 - 2004. Det er heller ikke sannsynlig at utslippene fra settefiskanlegget innerst i Gjøravågen kan forklare denne endringen. Her ble det etablert et rensefilter på avløpet i år 2000, og også før dette ville de største partiklene sannsynligvis sedimentere før de nådde Sakseidvågens dypeste basseng utenfor Gjøravågen.

Det må derfor være nærliggende å anta at det også har skjedd en endring av de naturgitte forholdene i perioden der. Høyere sjøtemperaturer sommer og vinter kan bidra til at sjiktningen i sjøområdene opprettholdes noe lengre, hvilket kan medføre at den årlige perioden med reduserte oksygenforhold i dypvannet opprettholdes så lenge at det blir fullstendig oksygenfritt før bunnvannsfornyningen inntreffer. Fra naturens side ligger det dypeste sjøområdet "på vippen", slik at det skal relativt beskjedne endringer til før det oftere vil forkomme fullstendig oksygenfrie forhold.

I 1983 ble sedimentet på stasjon B 9 beskrevet som "Grått sediment med et belegg sort mudder med H₂S-lukt". Alle undersøkelser etter 1983 har påviser den samme sedimentprofilen. Allerede i 1983 ble dette kommentert slik: "Det svarte mudderet oppå det grå betyr at det har inntrått en forandring i senere tid." (Johannessen m. fl. 1984).

Forholdene i Sakseidvågen er av en slik karakter at den er uegnet som resipient for ytterligere tilførsler. Det ser ut til å ha vært en negativ endring av miljøforholdene i det dypeste bassenget der kvaliteten på dyresamfunnet har blitt ytterligere forringet siden forrige undersøkelse i 1990, selv om driften av Sakseidvågen avfallsdeponi ble avsluttet i 1990. Det er lite sannsynlig at utslippet fra deponiet innerst i Sakseidvågen vil ha akkumulerende negative effekter på det utenforliggende og dypere sjøbassenget.

Tabell 11. Sammenligning av bunndyrsundersøkelsene i 1983, 1990, 1999, 2001 og 2004, vinter og høst. Ved undersøkelsen i 1983 og 1990 ble det benyttet en 0,2 m² grabb. Ved undersøkelsen i 1999 og 2001 ble det benyttet en 0,028 m² grabb, mens det i 2004 undersøkelsene er benyttet en 0,1 m² grabb.

Forhold	Stasjon B9					
	1983	1990	1999	2001	2004V	2004H
Antall individer	647	342	4	10	24	25
Antall arter	12	23	4	3	7	5
Prøvetakingsareal, m ²	0,6	0,6	0,11	0,11	0,2	0,5
Shannon-Wiener, H'	-	3,24	-	1,2	2,5	1,97
Jevnhet, J	-	0,72	-	-		
H'-max	-	4,52	-	-		
SFT-tilstandsklasse	-	II	V	IV	III	IV

Strandsoneanalyse

Det kunne ikke påvises noen endring i negativ retning siden 1990 i sammensetningen av plante og dyrelivet i strandsonen på tre steder nedenfor Sakseidvågen 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 Sakseidvågen er preget av avgrensede nedbrytingsforhold. Det var oksygensvikt i bassengvannet under terskeldyp, fra rundt 15 m og nedover, og ved bunnen var det tilnærmet oksygenfritt. Sedimentene var finkornet all tre stedene med et høyt organisk innhold. Det var sterk hydrogensulfidlukket av sedimentet på de to innerste stasjonene. Her var sedimentene også helt uten dyreliv. På det dypeste i Sakseidvågen var det noe dyr, men også her var dyresmafunnet klart preget av belastende forhold. Tidligere undersøkelser indikerer at det skjer en årlig bunnvannsfornyning om vinteren. Det var ingen vesentlig forskjell i tilstand fra undersøkelsene i 1983 og 1990 bortsett fra at kvaliteten på dyresamfunnet på det dypeste i Sakseidvågen så ut til å ha forverret seg siden forrige undersøkelse i 1990. De omtalte forhold samsvarer relativt godt med beregnet naturtilstand fra Fjordmiljømodellen (Stigebrandt 1992; 2001), og Sakseidvågen er derfor dårlig egnet som resipient fra naturens side.

Nivået av tungmetaller var generelt på et moderat nivå for de ulike metallene på alle tre stasjonene, men litt lavere for flere av metallene på stasjon B9 lengst fra deponiet. Konsentrasjonen tilsvarte miljøtilstandsklasse III = "markert forurenset" for kadmium. For det øvrige tungmetallene ble det påvist en konsentrasjon tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset" og I = "ubetydelig-lite forurenset". Dette indikerer en ubetydelig til moderat miljøpåvirkning av tungmetaller i sediment fra avfallsdeponiet. I forhold til undersøkelsen i 1990 var konsentrasjonene av de fleste tungmetaller i sedimentet noe redusert. Konsentrasjonene ligger imidlertid innenfor samme miljøtilstandsklasse i hele undersøkelsesperioden for tungmetallene kadmium, kvikksølv og sink, mens nivået av bly i 1990 tilsvarte miljøtilstand III="Markert forurenset".

For PAH-stoffene ble det påvist en konsentrasjon tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset" på stasjon B9 og SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset" på stasjon B8 og B15. Nivået av PAH-stoffene var litt lavere på stasjon B9 lengst fra deponiet, men nivået er nær grensen for tilstand III. Dette indikerer fremdeles en miljøpåvirkning av PAH-stoffer i sediment fra Sakseidvågen selv om deponiet for lengst er avviklet. Det ble ikke undersøkt for PAH-stoffer i 1990.

Resultatene fra denne undersøkelsen indikerer omtrent uendrete miljøforhold i Sakseidvågen siden 1990. Dypvannet er fremdeles belastet med periodevis oksygenfrie forhold senhøstes. Sedimenkvaliteten indikerer dårlige nedbrytingsforhold, dyresamfunnet er av dårligere kvalitet enn i 1990, mens innholdet av tungmetaller i sediment har gått litt ned. Plante- og dyrelivet i strandsonen så ut til å være tilnærmet uforandret siden 1990.

Tilstanden i resipientene avviker ikke mye fra naturtilstanden, så selv om miljøtilstanden var "dårlig", vil vurderingen etter EUs Vannrammedirektiv baseres på dette moderate avviket, slik at den økologiske status til de undersøkte områdene i Sakseidvågen i 2004 ligger innenfor "**god økologisk status**". Det vil dermed ikke pålegge "problemeier" behov og ansvar for opprydding og tilbakeføring av resipientens miljøtilstand innen år 2015.

REFERANSER

FREMMERSVIK, G. & E.K. LØVSETH 1998.

Analyse av organiske forbindelser i sivevann. En undersøkelse av 10 avfallsdeponier i Hordaland
Hovedfagsoppgave i organisk kjemi, Kjemisk Institutt, Universitetet i Bergen, 93 sider.

HEM, L.J. 1994.

Vurdering av rensing av sivevann fra Svartasmoget avfallsdeponi med KNM-reaktorer.
Aquateam A/S-rapp. 93142, 21 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.

JOHANNESSEN, P. J. & J. P. AABEL 1984

Resipientundersøkelser i Bømlo kommune.
IFM-rapport nr. 4, 36 sider

JOHANNESSEN, P. J., Ø. TVEDTEN & H.B. BOTNEN 1991

Resipientundersøkelse i Bømlo kommune.
IFM-rapport nr. 4, 49 sider

JOHNSEN, G.H. 1999. Resipientvurdering av Gjøravågen, Sakseidvågen og Lindøyosen juni 1999

Rådgivende Biologer AS. rapport nr 411, 17 sider.

JOHNSEN, G.H. 2001. Resipientvurdering av Gjøravågen, Sakseidvågen og Lindøyosen juni 2001

Rådgivende Biologer AS, rapport 511, ISBN 82-7658-349-0, 22 sider.

LØMSLAND, E. R., E. NYGAARD & R. VELVIN 1997.

Resipientundersøkelse i sjøområdene ved Vedvik. Effekter av sivevannutslipp.
NIVA-rapport 3732, 65 sider, ISBN 82-577-3301-6

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.

STIGEBRANDT, A. 2001.

FjordEnv-a water quality model for fjords and other inshore areas.
Gøteborg University, Earth Sciences Centre, report C40, 41 pp.

TVERANGER B. & G.H. JOHNSEN 2004.

Resipientvurdering av Gjøravågen, Sakseidvågen og Lindøyosen februar 2004.
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 716, 28 sider, ISBN 82-7658-244-3.

VEDLEGGSTABELLER

Vedleggstabell 1. 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)				

