

Resipientundersøkelse
i Helgøysundet
utenfor Purkehola avfallsdeponi
i Flora kommune
april 2004



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

742



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Resipientundersøkelse i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi i Flora kommune april 2004

FORFATTERE:

Geir Helge Johnsen & Bjarte Tveranger

OPPDRAGSGIVER:

Interconsult ASA, ved Oddmund Soldal, Postboks 6051 Postterminalen, 5892 Bergen

OPPDRAGET GITT:

22. april 2004

ARBEIDET UTFØRT:

2004

RAPPORT DATO:

30.august 2004

RAPPORT NR:

742

ANTALL SIDER:

27

ISBN NR:

ISBN 82-7658-253-2

EMNEORD:

- Resipientvurdering
- Avfallsdeponi
- Sjø-områder
- Flora 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

FORORD

Rådgivende Biologer AS, har på oppdrag fra Interconsult ASA gjennomført resipientvurdering av Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi i Flora kommune april 2004. Dette utgjør Fase III i forbindelse med miljørisikovurdering av deponiet, basert på SFTs veileder TA-1995/2003. Fylkesmannens miljøvernnavdeling har pålagt disse undersøkelsene.

Miljørisikovurderinger 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 sigevann, og dersom det viser seg at konsentrasjonene av enkelte parametre i sigevannet overskrider terskelverdier angitt i veilederen, skal en gå videre til **trinn 2**: transportkarakterisering og vannbalanse. Dette omfatter beregning av vanngjennomstrømming i deponiet, generering av sigevann og estimat av ukontrollert lekkasje. Dersom den ukontrollerte lekkasjen er større enn 5 % må en gå videre til **trinn 3**: Resipientkarakterisering, der en vurderer sigevannet sin påvirkning i resipienten.

For de aller fleste deponi av denne type betyr dette at en må gjennomføre minimum trinn 1 og 2. Ved søknader skal slike risikovurderinger gjennomføres. For Purkehola avfallsdeponi har Fylkesmannens miljøvernnavdeling pålagt gjennomført også trinn 3 i forbindelse med vurdering av deponiets framtidige virksomhet. Denne resipientundersøkelsen inngår derfor som en del i den samlede risikovurderingen som skal ligge til grunn for videre godkjenning av deponiet uten dobbel bunntetting etter de nye kravene.

En feltbefaring ble foretatt 27. april 2004, da det ble foretatt måling av profiler i vannsøylene, samlet inn vannprøver og prøver av sediment og bunnfauna utenfor avløpet fra anlegget, samt samlet inn tang og albuessnegl langs land. Undersøkelsen er gjennomført i henhold til spesifikasjonene i forespørselen og basert på tilsvarende undersøkelse utført av Det Norske Veritas i 1998 (rapport nr 98-3557). Vi har også benyttet gjeldende Norske Standarder NS 9410, NS 9422 og NS 9423.

De innsamlede sedimentprøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS, vannprøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS, bunndyrprøvene er sortert av Randi Lund 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 Interconsult ASA ved Oddmund Soldal for oppdraget.

Bergen, 30. august 2004.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	Side 2
Innholdsfortegnelse	Side 2
Sammendrag	Side 3
Innledning	Side 4
Områdebeskrivelser	Side 6
Metode	Side 8
Miljøtilstand i Helgøysundet april 2004	Side 12
Vurdering av tilstand og utvikling	Side 19
Referanser	Side 23
Vedleggstabeller	Side 24

SAMMENDRAG

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

Resipientundersøkelse i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi i Flora kommune april 2004. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 742, 27 sider, ISBN 82-7658-253-2.

Rådgivende Biologer AS har gjennomført en resipientundersøkelse av ytre del av Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi i Flora kommune april 2004. Dette utgjør Fase III i forbindelse med miljørisikovurdering av deponiet, basert på SFTs veileder TA-1995/2003. Fylkesmannens miljøvernavdeling har pålagt disse undersøkelsene.

Den gjennomførte en resipientundersøkelsen er utført i henhold til Norsk Standard NS 9422 og NS 9423, samt at det er benyttet elementer fra tilsvarende overvåking av oppdrettsanlegg i henhold til NS 9410. Både prøvetaking og vurdering utføres etter de nevnte Norske Standardene og også i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997).

Både overflatevannet og tre prøvepunkt av sediment og fauna i det dypeste delene av sjøområdet ble undersøkt. I tillegg ble innholdet av metaller i tang og snegl undersøkt i strandsonen ved utslippskummen og på et referansepunkt 600 meter lenger vest. En tilsvarende undersøkelse i 1998 omfattet ett av disse sedimentprøvepunktene og ett i strandsonen. Undersøkelsen i 2004 gir derfor bedre grunnlag for å vurdere eventuelle gradienter fra nærsone ved utslippet og ut i resipienten.

Resipienten er ikke innestengt bak noen lokal terskel, slik at det er god vannutskifting til bunns uten stagnerende dypvann. Det ble observert full oksygenmetning til bunns. De undersøkte sedimentprøvene hadde en fysisk sammensetning som i hovedsak gjenspeilet dette. Det var noe grovere sediment innerst mot den grunne terskelen i Helgøysundet, mens andelen leire og silt var rundt 20% ytterst i området og 13% innerst mot terskelen.

Glødetapet var lavt alle tre stedene med mellom 4 og 7%, og surhet og elektrodepotensial var normalt og representerte friske sedimenter med oksygenrike forhold uten organisk belastning, tilsvarende tilstand I (NS 9410). SFT-vurdering av organisk innhold var III="mindre god" og IV="dårlig", men dette er ikke tillagt vekt da det ikke samsvarer med noen av de andre undersøkte tilsvarende miljøparametrene i de samme prøvene.

Sjøområdet ved utslippet er lite eller ikke påvirket av utslippet fra Purkehola avfallsdeponi. Sedimentkvaliteten var i all hovedsak som forventet i forhold til naturtilstand og bunnfaunaen var rik og mangfoldig, tilsvarende SFTs tilstand I="meget god" alle stedene. Det var heller ingen vesentlig forskjell i tilstand fra forrige undersøkelse i 1998, verken for bunnfauna eller sedimentkvalitet generelt.

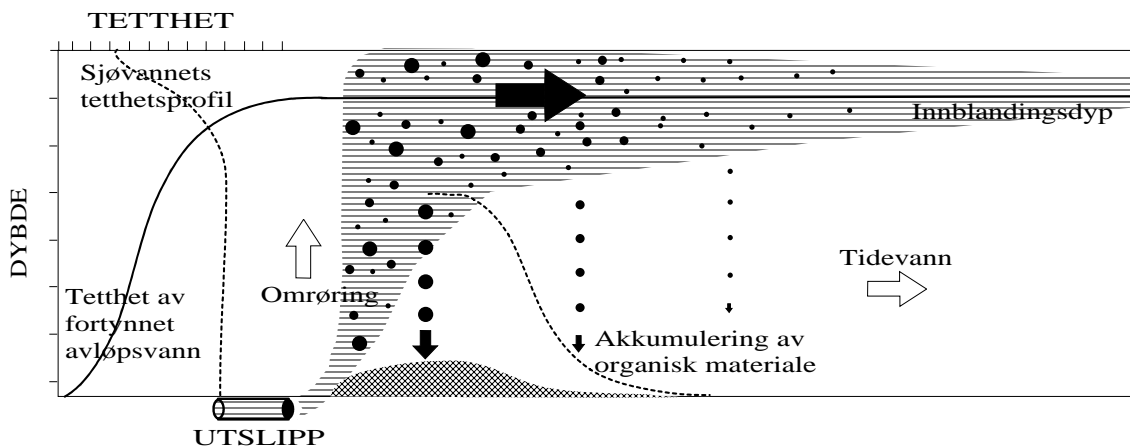
I nærsone ved utslippet ble det imidlertid funnet noe høyere antall stoffer og litt høyere konsentrasjoner av miljøgiftene PAH. Konsentrasjonene var likevel lave og innenfor laveste klasse 1="lite til ubetydelig forurenset" i SFTs klassifiseringssystem. Det ble også påvist høyere konsentrasjoner og forureningsgrad av metaller i tang ved utslippskummen enn på en referanse 600 meter mot vest. Innholdet av metaller i albuesnegl på de to stedene var imidlertid ikke særlig forskjellig og hovedsakelig lite forurenset.

Påvisbare miljøeffekter av utslippet fra Purkehola avfallsdeponi er således begrenset til et lite område langs strandsonen ved utslippskummen, og et lite område i nærsone ved selve utslippet i fjorden. Dette hadde imidlertid ingen effekt på bløtbunnfaunaen i området, og vurdert i henhold til EUs Vannrammedirektiv, vil den økologiske status i Ytre del av Helgøysundet ha minst "**god økologisk status**", sannsynligvis også ligge innenfor "**høy økologisk status**".

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**). Utslipet fra Purkeholta avfallsdeponi er tidligere beregnet å stige til sitt innlagringsdyp ca 10-20 meter over utslippspunktet (Oceanor 1989), mens Veritas (Bakke mfl 1998) har beregnet innlagringsdyp til å være på 22-25 meter. Effektene av slike tilførsler kan måles ved vannprøvetaking ved utslippet 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 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 strømførholdene 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 Helgøysundet 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.

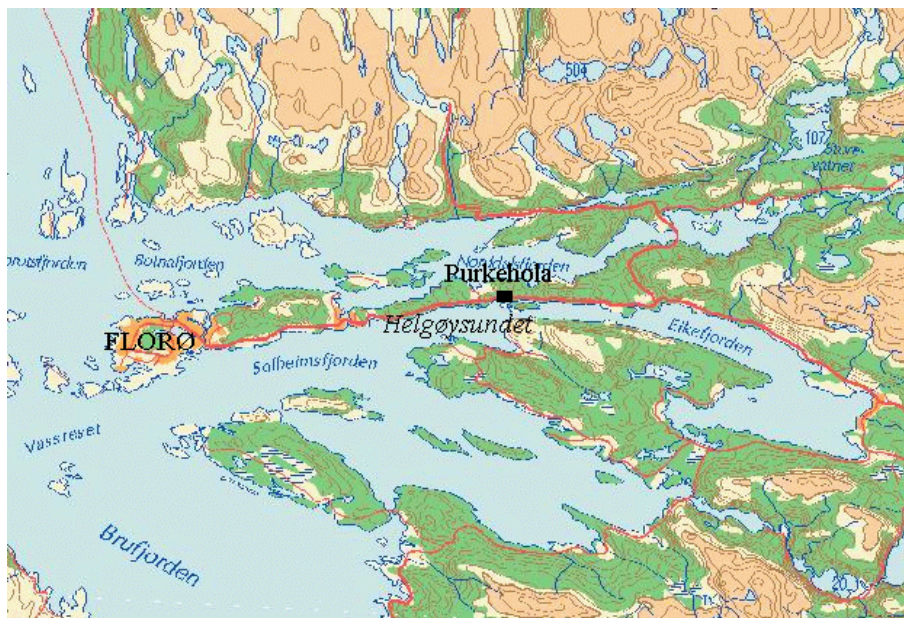
Sedimentprøvene og bunndyrprøvene fra de dypeste områdene i de undersøkte sjøbassengene gjenspeiler derfor disse forholdene på en utfyllende måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie forhold, vil ikke ha noe dyreliv av betydning i de dypeste områdene, og vil dermed ha en sterkt redusert 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 bestemmelse av organismene i felt, men prøvene er fiksert og tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemmelse. **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 næringsgrunnet for algeplanktonet i sjøområdene, og beskriver sjøområdets "næringsrikhet". Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet oversiktlig klassifikasjonssystem for vurdering av disse forholdene også (SFT 1997).

OMRÅDEBESKRIVELSE

Purkehola avfallsdeponi i Flora kommune ligger midt mellom Eikefjord og Florø, og har sitt avløp til innerste del av Solheimsfjorden ytterst i Helgøysundet, som skiller Eikefjorden og Solheimsfjorden (**figur 2**). Det er ikke noen terskler som stenger dypvannet inne i Solheimsfjorden, som blir gradvis dypere til "utløpet" sør for Florø der det er over 500 meter dyp. Denne fjorden karakteriseres derfor som en "åpen bukt" og er egentlig ikke en "fjord" i ordets rette betydning med terskel i munningen.



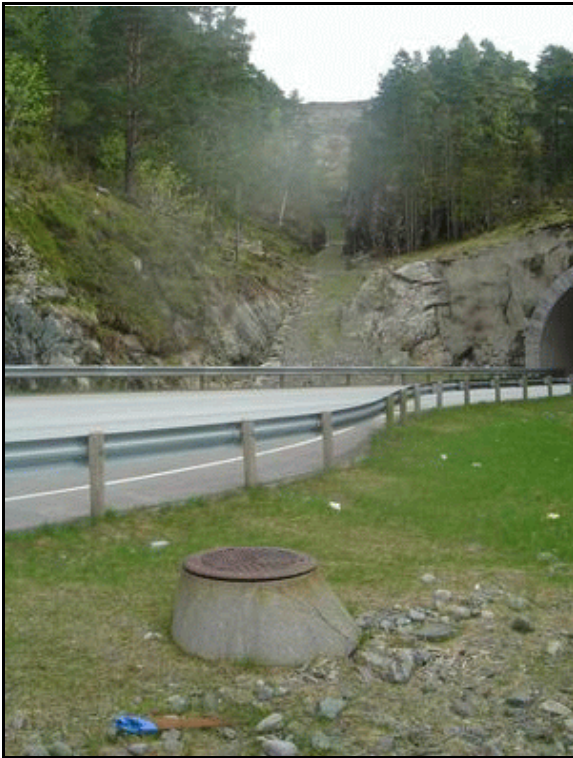
Figur 2. Oversiktskart over Flora kommune med omkringliggende sjøområder og Purkehola avfallsdeponi inntegnet.

Helgøysundet er trangt, med en terskel på omtrent 40 meters dybde i vest. Det skiller Eikefjorden og Solheimsfjorden, og har betydelig vannhastigheter i forbindelse med tidevannets passering inn og ut av Eikefjordbassenget. Det er tidligere målt strøm ved utslippspunktet, der det ble vist en hovedsakelig utovergående strøm på både 5 og 50 meters dyp, med midlere hastigheter på henholdsvis 12 og 5 cm/s på de to dypene (Oceanor 1989).

Purkehola avfallsdeponi ble etablert i 1990, og fram til dags dato er det deponert ca 120.000 m³ avfall, både fra husholdninger og bedrifter i Flora kommune. Tidlig på 90-tallet ble det deponert over 10.000 tonn årlig, men dette er nå redusert til et årlig nivå på 6.000 tonn de siste årene. Deponiet ligger i et dalføre rett på grunnen, som i stor grad består av bart fjell med et tynt dekke av løsmasser. Sivevannet samles opp i avskjærende grøfter og føres i rør ned dalføret og under riksveien mot utslippspunktet.

Utslipet av sivevann er koblet til en utslippskum plassert i strandsonen (se foto i **figur 3** på neste side) på nordsiden av utløpet til Helgøysundet. Utslippsledningen går herfra langs bunnen omtrent 400 meter i sørvestlig retning ned til et utslippsdyp på omtrent 50 meter. Endestykket har en svak helning nedover og er oppankret omtrent 1 meter over bunnen.

Selve utslippspunktet ligger i en bratt skråning ned mot en undersjøisk dal ut mot Solheimsfjorden. Dybdene nedfor utslippet er på mellom 100 og 120 meter, og det er ingen lokal terskel i nærheten av utslippet (se **figur 4**).



Figur 3. Øverst til høyre: Fyllingen i Purkehola. **Øverst til venstre:** Avløpsdrenering for sigevann mot sørvest og under riksveien. **Nede til venstre:** Fra fyllingen og mot vest til Helgøysundet. **Nede til høyre:** Utslippskum for sigevann ved Helgøysundet. Alle bildene er tatt ved befaringen 27.april 2004.

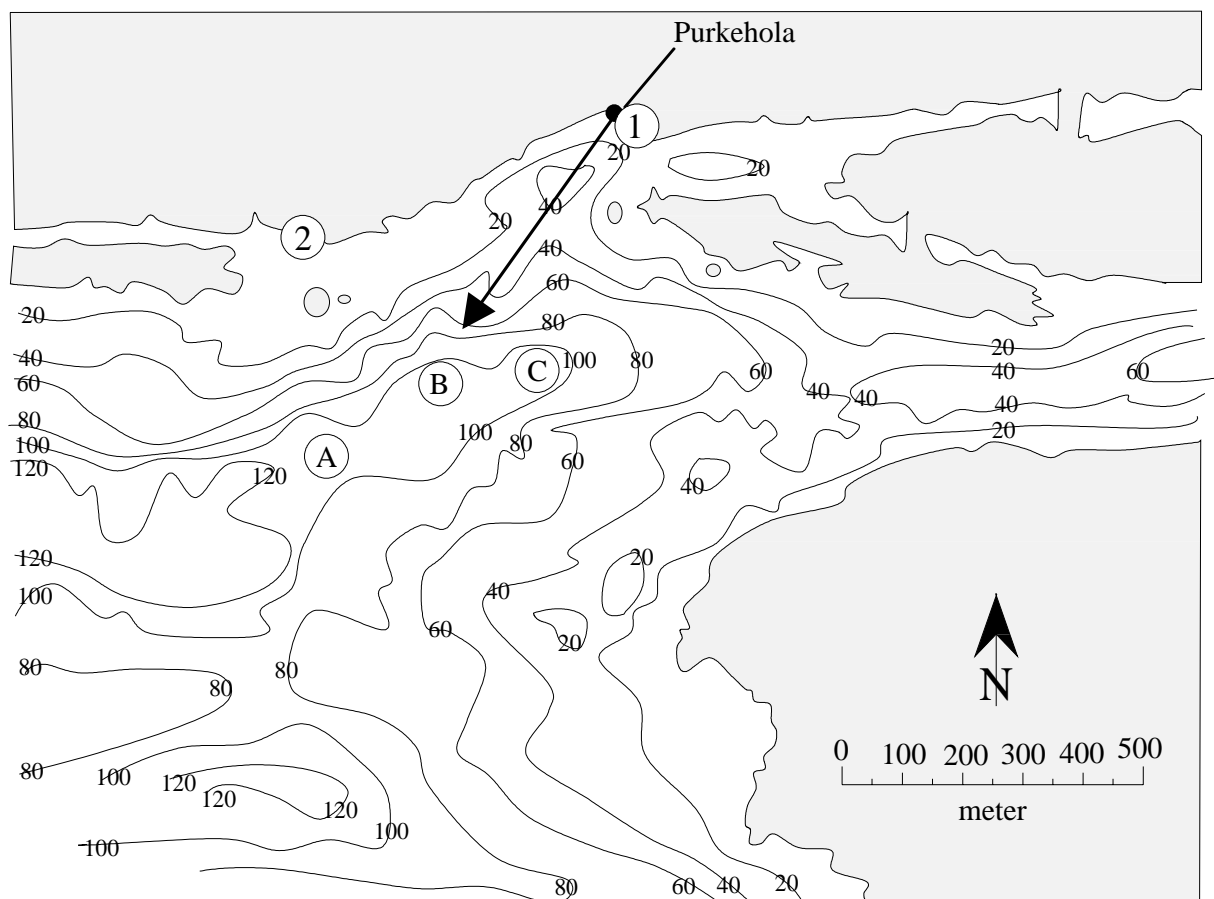
METODE

Den gjennomførte resipientundersøkelsen ved utslippet fra Purkehola avfallsdeponi er utført i henhold til Norsk Standard NS 9422 og NS 9423. Det er dessuten benyttet elementer fra tilsvarende overvåking av oppdrettsanlegg i henhold til NS 9410.

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, næringsrikhet i overflatevannet, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analyser) og bunndyrsamfunnets sammensetning, der både prøvetaking og vurdering utføres etter de nevnte Norske Standardene og også i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997).

Sjiktforhold og vannprøver

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ved prøvested B. Overflatevannprøver ble tatt samme sted og analysert for total fosfor, total nitrogen, fosfat -P og nitrat-N. Det ble målt siktedyp med en standard Secchi-skive.



Figur 4. De tre prøvestedene A, B og C ved resipientundersøkelsen ytterst i Helgøysundet 27.april 2004, samt de to prøvetakingsstedene 1 og 2 for tang og albuesnegl langs land. Kartet er tegnet etter opplodding utført 27. april 2004 ved hjelp av et Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system.

Ved resipientundersøkelsen ytterst i Helgøysundet 27.april 2004, ble det tatt tre parallelle bunnprøver på hvert av de tre stedene med en 0,1 m² stor vanVeen grabb. Det ble gjort et nytt forsøk dersom grabben kom opp uten innhold. Hvis grabben er 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. Ett sett prøver er tatt nedstrøms utslippet så nær som mulig, og siden det ligger i en bratt skråning, ble det tatt prøver ved foten av skråningen. Posisjonene til prøvestedene er oppgitt i i **tabell 1**.

De tre replikatene ble behandlet hver for seg med hensyn på prøvetaking av fauna og kjemisk sedimentkvalitet, men slått sammen for analyse av kornfordeling. Posisjonene til prøvetaksstedene er avmerket i **figur 4** og oppgitt i **tabell 1**. Sted 17 er noenlunde sammenlignbart med det som ble benyttet ved undersøkelsene i 1998 (Bakke mfl 1998).

Tabell 1. Posisjon for prøvetaksstedene ved resipientundersøkelsen i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004. Stedene A-C viser til sedimentprøvetaksstedene, mens stedene 1&2 viser til prøvetaking av tang og albuesnegl langs land (se **figur 4**).

Prøvetakssted	Sted A	Sted B	Sted C (17)	Sted 1 (G2)	Sted 2
Dyp (meter)	110-114	113-116	107-110	0	0
Posisjon (WGS 84)	N: 61° 36,417' E: 05° 13,446'	N: 61° 36,451' E: 05° 13,653'	N: 61° 36,459' E: 05° 13,805'	N: 61° 36,861' E: 05° 13,968'	N: 61° 36,750' E: 05° 13,295'

Sedimentkvalitet

For vurdering av sedimentkvalitet taes det fra hver prøvestasjon ut prøvemateriale for kornfordelingsanalyse og kjemiske analyser (total organisk karbon (TOC)). Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og utføres etter standard metoder (NS 9423). Bearbeiding av de resterende kjemiske analysene utføres også i henhold til NS 9423.

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.

Prøvetaksstedet A ligger lengst ute i fjorden, omtrent 300 meter sørvest for utslippet og i bunnen av dypålen i dette sjøområdet. Med hovedsakelig utovergående vannstrøm i de ovenforliggende vannmassene, og roligere forhold ved bunnen, vil det ved dette stedet være sedimenterende forhold med mulighet for å vurdere utslippets virkning også utenfor nærsonen til avløpspunktet.

Prøvetaksstedet B ligger like sør for utslippspunktet, nedenfor den bratte skråningen der dette munner ut. Det ble først gjort forsøk på å grabbe like ved utslippet, men det resulterte i to bomhogg siden dette ligger i en bratt fjellskråning. Det ble flyttet litt sør, til de flatere områdene med sedimenterende forhold like nedenfor skråningen. Det ble benyttet Olex tredimensjonalt dybdekart for å lokalisere prøvetakingen nærmest mulig utslippspunktet.

Prøvetakingsstedet C ligger lengst inne i fjorden og tilsvarer omtrent prøvetakingssted 17 i Veritasrapporten fra 1998 (Bakke mfl 1998). Prøvene ble tatt omtrent 50 meter lenger sør for den angitte posisjonen, fordi denne synes å ligge på fjellbunn i en bratt skråning. Det ble tatt tre bomhogg før en flyttet prøvetakingen. I Veritas-rapporten er det oppgitt prøvedyp på 90 meter, mens det i vedleggstabellene er oppgitt 103-113 meter. Det samsvarer meget godt med de prøvene som ble tatt i forbindelse med denne resipientundersøkelsen.

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):

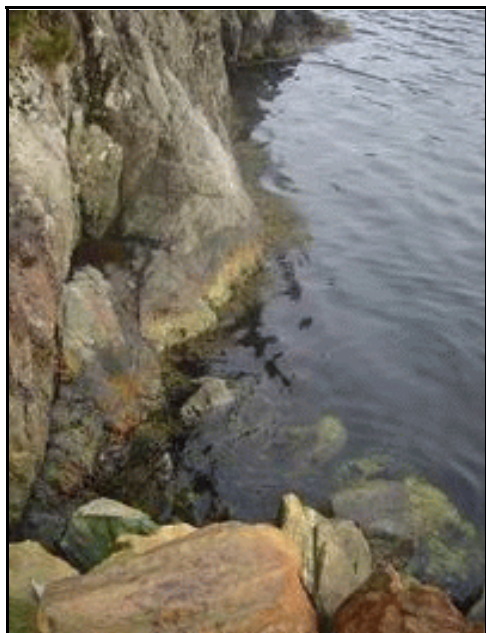
$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

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 tang og albuesnegl (*Patella vulgata*) på to steder for analyse av metaller og miljøgifter. Sted 1 ligger ved selve utslippskummen, mens sted 2 ligger omtrent 600 meter lenger vest (**figur 4** og **5**). Dette tilsvarer det prøvestedet som ble tatt i 1998.



Figur 5. Prøvested 1 (til venstre) og sted 2 (over) for tang og albuesnegl

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 vanndirektiv, 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 vanndirektiv inkluderer i større grad vurdering av biologiske forhold enn SFTs mer vannkvalitetsbaserte system. En benytter da en vurderingsskala for avvik fra naturtilstand som går fra 0 til 1, kalt *økologisk kvalitetsratio* (EQR) der 1 representerer naturtilstand og 0 er ekstremt avvik fra denne.

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

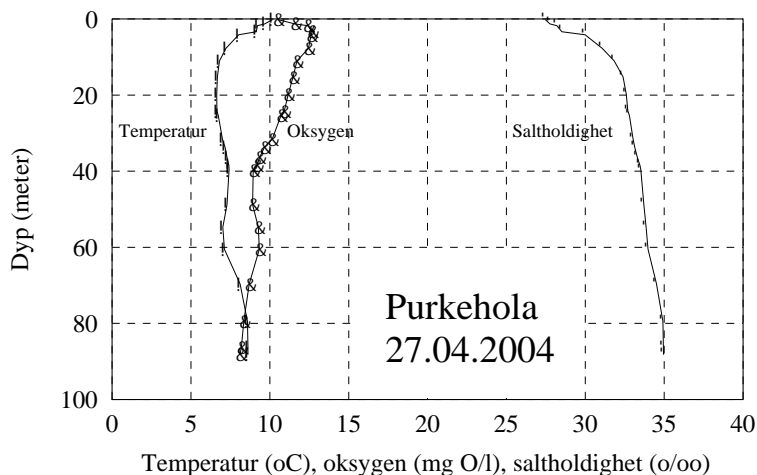
1=”Høy status” betyr at vannforekomsten har en økologisk status tilsvarende eller meget nær opp til naturtilstand, mens 2=”god status” avviker litt mer fra naturtilstanden. Tilsvarende vil en EQR<0,7 tilsvare 3=”moderat status” eller dårligere.

MILJØTILSTAND I HELGØYSUNDET APRIL 2004

Sjikttingsforhold

Den 27.april ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen ved prøvetakssted C (17) i Helgøysundet. 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 6: Temperatur-, saltholdighets- og oksygenprofiler ved prøvetakssted C (17) i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004



Det ble funnet en moderat sjiktning i vannmassene, med et mindre salt overflatelag i de øverste fem metrene, et overgangslag med saltholdigheter mellom 30 og 35 ‰ ned til 80 meters dyp og saltere vann på rundt 35 ‰ under dette. Dette mønsteret gjenspeiles også i temperaturprofilen, der overflatevannet var varmere med opp mot 10 °C, mens mellomsjiktet hadde rundt 7 °C og dypvannet var noe varmere med temperaturer på vel 8 °C. Det ble ikke funnet noe oksygenvekt nedover i vannsøylen, og også dypvannet under 80 meter hadde god oksygenmetning, tilsvarende 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 6**).

Vannkvalitet

Fra prøvested C (17) ble det samlet inn vannprøver fra 1 og 15 meters dyp som ble analysert for næringsrikhet. Resultatene er vist i **tabell 2**. De enkelte måleverdiene er vurdert i henhold til en sommersituasjon (SFT 1997).

Tabell 2. Overflatevannkvalitet på sted C (17) i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004. Prøvene er analysert av Chemlab Services AS. SFT- tilstanden er markert i parentes.

PRØVESTED	Total fosfor : g / l	Fosfat-fosfor : g / l	Total nitrogen : g / l	Nitrat-nitrogen : g / l	N:P-forhold	Tarmbakt. <i>E.coli</i>
Sted C- 1 meters dyp	11 (I)	2 (I)	174 (I)	<20 (I-II)	16	0 (I)
Sted C - 15 meters dyp	10 (I)	3 (I)	122 (I)	<20 (I-II)	12	

Siktedypet i vannmassene Helgøysundet ble målt til 8,1 meter. Vannprøvene viste at Helgøysundet er næringsfattig med lave konsentrasjoner av alle de målte næringsstoffene,- tilsvarende SFT-tilstand I = "meget god" for alle målte parametre inklusive siktedypet.

Sedimentkvalitet

De innsamlete sedimentprøver er beskrevet i **tabell 3**. Resultatene er både vurdert ut fra en standardisert MOM-C prosedyre (NS 9410; NS 9422; NS 9423) og i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT1993; 1997). Det ble samlet inn prøver for analyse av kornfordeling, tørrstoff og glødetap, samt bunndyr (sortert på 1 mm rist) for artsbestemming av bunnfauna.

Tabell 3. Beskrivelse av sedimentprøvene som ble samlet inn fra Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004.

Prøvetaksingssted		Sted A			Sted B			Sted C (17)		
replikat		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Grabbvolum (liter)		8	5	10	6	5	10	6	5	3
Prøvedyp		114	112	110	116	115	113	107	110	108
Bobling i prøve		Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Lukt		Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Primær sediment	Skjellsand	20 %		5 %	10 %	10 %	40 %	40 %	50 %	70 %
	Grus/stein		20 %	5 %	30 %	30 %		30 %		
	Sand/silt	80 %	80 %	90 %	60 %	60 %	60 %	30 %	50 %	30 %
	Leire									
	Mudder									
Beskrivelse av prøven		Fast grått sediment, svart nedi. Mest fin sand og silt, med noe skjellsand			Mest sand, med skjellsand og grus og stein, bortsett fra i parallell 3. Svart nedi.			Blanding av grov skjellsand med fin sand og silt. Grov grus i parallell 1.		

Prøvetaksingssted A ligger lengst ute mot Solheimsfjorden, omtrent 300 meter sørvest for utslippet. Sedimentet var her dominert av finere partikler av sand og silt, med innslag av grovere grus enkelte steder. Sedimentet var friskt, fast og grått uten noen lukt av hydrogensulfid (H_2S).

Prøvetaksingssted B ligger like sør for utslippspunktet, nedenfor den bratte skråningen der dette munner ut. Sedimentet besto også her hovedsakelig av sand og silt, men med både skjellsand og grus/stein i varierende grad. Det var heller ikke her noen lukt av hydrogensulfid (H_2S).

Prøvetaksingssted C (17) ligger lengst inne i fjorden, omtrent 200 meter innfor utslippet og innerst i det over 100 meter dype undersjøiske dalføret. Her var sedimentet dominert av skjellsand med finere sand og silt, bare i en av de tre parallelle prøvene var det en del grus og småstein. Heller ikke her var det lukt av hydrogensulfid (H_2S).

Surhet og elektrodepotensial

Sedimentet i Helgøysundet hadde normal pH på rundt verdiene 7,7 tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen (**tabell 4**). Dette ser en også av elektrodepotensialet, som viste positive og høye verdier mellom 140 og 270. Sedimentet hadde omtrent samme pH på alle tre stedene, men elektrodepotensialet var høyest ytterst og lavere innerst i området. Det var likevel positivt alle tre stedene, noe som viser meget gode nedbrytingsforhold, slik at sedimentet på alle disse prøvestedene ble klassifisert til miljøtilstand 1 (beste) i henhold til NS 9410.

Tabell 4. Resultat fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensial (Eh) i sediment i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004. Ved prøvetaking var: pH i sjøvann=7,97, Eh i sjøvann=344, temperatur i sjøvann 11,1 °C.

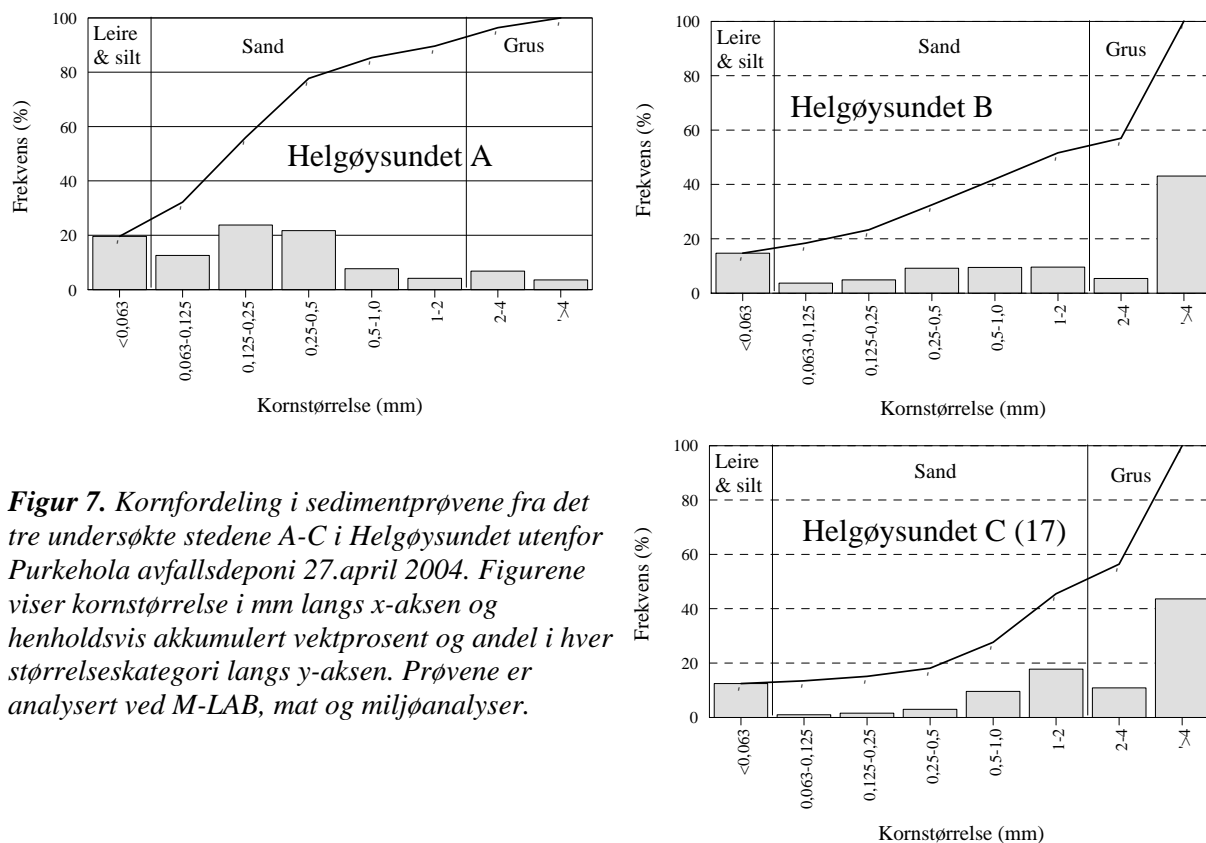
Prøvetaksingssted replikat	Sted A			Sted B			Sted C (17)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Surhet (pH)	7,67	7,67	7,72	7,70	7,73	7,75	7,78	7,77	7,88
Elektrodepotensial (Eh)	220	268	190	190	143	275	151	151	142
pH/Eh poeng (NS 9410)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pH/Eh-tilstand (NS 9410)	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kornfordeling

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling fra de øverste 5 cm av sedimentet av en blandprøve fra hver av de tre parallellene fra de tre prøvestedene. Resultatene viste at sedimentet var mest finkornet lengst vest i Helgøysundet (20% silt og leire) og mindre innover i prøvetakingsområdet. Samtidig øker andelen grovere partikler innover, slik at det var omtrent 55% grus og stein på det innerste prøvestedet. Generelt sett er sedimentet ikke så veldig forskjellig mellom de tre stedene (**tabell 5** og **figur 7**).

Tabell 5. Organisk innhold og kornfordeling i sedimentet på de tre undersøkte stedene i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004. Prøvene er analysert ved M-LAB mat og miljøanalyser.

Forhold	Sted A	Sted B	Sted C (17)
Glødetap i %	4,0	6,8	5,1
Leire & silt i %	19,6	14,7	12,5
Sand i %	70,0	36,8	33,0
Grus i %	10,4	48,5	54,5



Figur 7. Kornfordeling i sedimentprøvene fra de tre undersøkte stedene A-C i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 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

Sedimentprøver fra hver av de tre parallellene fra de tre stasjonene ble analysert med hensyn på tørrstoff, glødetap og miljøgifter. I tillegg er det gjort beregninger av organisk innhold (TOC) basert på glødetapmålingene. Resultatene er samlet i **tabell 6** og **tabell 7**.

Tabell 6. Sedimentanalyser fra tre parallelle prøver ved hvert av de tre undersøkte stedene i Helgøysundet utenfor Purkeholta avfallsdeponi 27.april 2004. Prøvene er analysert ved Eurofins Norway AS.

Forhold	Enhet	Sted A			Sted B			Sted C (17)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tørrstoff	%	58,0	60,0	59,5	52,5	51,3	48,4	57,1	51,6	53,8
Glødetap	%	4,8	4,1	3,4	5,6	6,4	5,9	6,3	6,2	5,3
TOC	mg/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Normalisert TOC	mg/g	14	14	14	15	15	15	16	16	16

Tørrstoffinnholdet var høyt i alle ni prøvene, mellom 48 og 60%. Høyest var det på det dypeste prøvestedet lengst vest i Helgøysundet (prøvested A), med nærmere 60% i gjennomsnitt, mens det var lavest på det midterste prøvestedet (prøvested B) med vel 50% i gjennomsnitt. De relativt høye verdiene skyldes at alle prøvene inneholdt mye primærsediment. Glødetapet var tilsvarende lavt med mellom 3,4 og 6,4 % (**tabell 6**).

Innholdet av normalisert TOC var 33 mg C/g ytterst, og rundt 40 g C/mg på de to andre prøvestedene. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god" for den ytterste og tilstandsklasse IV = "dårlig" for de to andre stedene (SFT 1997, **tabell 6**).

Miljøgifter i sedimentet

Innholdet av metaller og miljøgifter i sedimentet ble undersøkt i samtlige tre parallelle prøver på de tre prøvestedene (**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 2** bakerst i rapporten.

Det ble funnet lave konsentrasjoner av alle metallene i alle prøvene. Konsentrasjonen av bly på prøvested B like nedenfor utslippet var 32 mg/kg, såvidt over grensen på 30 mg/kg for SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". På de andre to stedene var blykonsentrasjonen og konsentrasjonen av alle de øvrige metallene tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset".

For PAH-stoffene ble det påvist lave konsentrasjoner på alle de tre prøvestedene, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset". Bare i en av de tre parallelle prøvene like nedenfor utslippet var konsentrasjonen like over grensen på 0,3 mg/kg slik at denne fikk tilstandsklasse II = "moderat forurenset". Det ble imidlertid påvist flere PAH-stoffer og jevnt over høyere konsentrasjoner like nedenfor utslippet enn på de to andre prøvestedene. Det samme mønsteret ble funnet for tetraklorbenzen, men også her var det lave verdier (**tabell 7**).

Tabell 7. Miljøgifter i sediment fra tre parallelle prøvene fra hvert av de tre undersøkte stedene i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter (se **vedleggstabell 2** bakerst i rapporten).

FORHOLD	Enhet	Sted A				Sted B				Sted C (17)			
		1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3	3
Arsen (As)	mg/kg	6	8	6	7	7	9	8	8	7	8	6	7
Barium (Ba)	mg/kg	34	40	29	34	36	55	42	44	33	36	34	34
Kobolt (Co)	mg/kg	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	3	4
Krom (Cr)	mg/kg	20	19	14	18	18	22	18	19	12	13	10	12
Kobber (Cu)	mg/kg	11	11	8	10	13	17	13	14	11	11	8	10
Kvikksølv (Hg)	mg/kg						0,08	0,06	0,05	0,06			0,02
Nikkel (Ni)	mg/kg	11	11	9	10	11	14	12	12	8	9	6	8
Bly (Pb)	mg/kg	25	22	16	21	30	38	29	32	28	21	19	23
Selen (Se)	mg/kg	14	12	9	12	9	9	10	9	13	14	15	14
Vanadium (Vd)	mg/kg	26	28	18	24	27	39	31	32	24	27	24	25
Sink (Zn)	mg/kg	47	41	31	40	56	78	52	62	42	37	33	37
Fluoranthene	mg/kg						0,02		0,01	0,02			0,01
Pyrene	mg/kg						0,02		0,01				
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	0,06	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,05	0,04	0,05
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg	0,02			0,01	0,02	0,03	0,02	0,02				
Benzo(a)pyrene	mg/kg						0,02		0,01				
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	0,09	0,07	0,08	0,07	0,05	0,05	0,05
Indeno(123cd)pyrene	mg/kg	0,05	0,04	0,04	0,04	0,07	0,09	0,07	0,08	0,07	0,05	0,05	0,05
∑ PAH 10 VROM	mg/kg	0,13	0,09	0,09	0,1	0,16	0,25	0,16	0,19	0,16	0,10	0,10	0,12
∑ PAH 16 EPA	mg/kg	0,19	0,13	0,13	0,15	0,22	0,34	0,22	0,26	0,23	0,15	0,14	0,17
1245&1235 Tetrachlorobenzen	mg/kg					0,007	0,012	0,007	0,08			0,007	0,002
∑ Tetrachlorobenzen	mg/kg					0,007	0,012	0,007	0,08			0,007	0,002

Bunnfauna

Bunndyr i de innsamlete sedimentprøvene ble silt fra på 1 mm rist og analysert separat for hver av de tre parallelle prøvene på hvert av prøvestedene. På alle stasjonene ble det funnet en rik og variert fauna (**tabell 8**).

Tabell 8. Antall arter og individer av bunndyr i de tre parallelle prøvene på de tre stedene i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004, samt Shannon-Wieners diversitets-indeks, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' -max) og SFT-tilstandsklasse. Enkeltresultatene er presentert i **vedleggstabell 1** til rapporten.

FORHOLD	Sted A				Sted B				Sted C (17)			
	1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3	3
Antall arter	41	40	37	67	38	44	36	70	36	40	39	64
Antall individer	131	113	96	340	101	112	108	321	91	147	139	377
Shannon-Wiener, H'	4,74	4,73	4,73	5,17	4,65	4,64	4,41	5,01	4,58	4,40	4,55	4,80
Jevnhet, J	0,88	0,89	0,91	0,85	0,89	0,85	0,85	0,82	0,87	0,83	0,86	0,80
H' -max	5,36	5,32	5,21	6,08	5,25	5,46	5,17	6,11	5,17	5,32	5,29	6,00
SFT-tilstandsklasse	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Det ble funnet 70 arter på prøvestedet like nedenfor utslippet (sted B), mens det var 67 arter på det ytterste (sted A) og 64 arter på det innerste prøvestedet (sted C). Tettheten av dyr var imidlertid noe lavere nedenfor utslippet, men ikke signifikant forskjellig fra de to andre prøvestedene. Generelt sett ble det observert en trend fra ytterst til innerst i undersøkelsesområdet, med noe høyere artsmangfold (diversitet) ytterst i området (**tabell 8**).

På grunnlag av Shannon-Wieners diversitetsindeks, H' , kan alle stasjonene klassifiseres inn under SFTs tilstandsklasse I="meget God" med diversitetsindeks over 4. Dette gjelder også hver enkelt av de tre parallellene på alle tre stedene. Verdien for jevnhet var høy i alle prøvene, og høyest ytterst i området ved prøvested A.

Miljøgifter i organismer

Det ble samlet inn prøver av albuesnegl (*Patella vulgata*) og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) på to steder, akkurat ved kummen der utslippsledningen går ut i sjøen og på et referansested 600 meter lenger vest. Disse ble undersøkt for innhold av metaller.

Generelt var det lite metaller i både albuesnegl og grisetang, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig-lite forurenset" for de aller fleste metallene på referansestedet. Her var det rett nok relativt mye kadmium i sneglene, med III="markert forurenset" og II="moderat forurenset" med hensyn på arsen. Det var også svakt forhøyete verdier av krom i tangen, tilsvarende II="moderat forurenset".

På prøvestedet ved utslippskummen fra Purkehola avfallsdeponi var det noe høyere verdier enn på referansestasjonen av enkelte av metallene, men kun for krom slår dette ut i endret SFT tilstand, som her blir II="moderat forurenset". Albuesneglen hadde således ikke vesentlig høyere innhold av metaller enn det som ble funnet på referansestedet (**tabell 9**).

Grisetangen var imidlertid mer forurenset med hensyn på metallinnholdet akkurat ved utslippskummen. Tangen hadde et betydelig høyere innhold av nesten alle metallene bortsett fra arsen. Høyest var forurensningsgraden for krom med tilstand V="meget sterkt forurenset", nikkell med tilstand IV="sterkt forurenset" og bly med tilstand III="markert forurenset" (**tabell 9**).

Tabell 9. Analyser av miljøgifter i organismer på de to stedene langs land ytterst i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 2004. SFT-klassifisering for blåskjell og blæretang/grisetang er vist i parenteser. Prøvene er analysert ved Eurofins Norway AS.

FORHOLD	Enhet	Sted 1 ved utslippet (G2)		Sted 2 vekk fra utslippet	
		Albuesnegl	Grisetang	Albuesnegl	Grisetang
Tørrstoff	%	17,8	19,4	18,1	24,6
Bly (Pb)	mg/kg	2,0 (I)	5,2 (III)	1,8 (I)	0,33 (I)
Kadmium (Cd)	mg/kg	7,9 (III)	1,1 (I)	9,9 (III)	0,65 (I)
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,05 (I)	0,05 (I-II)	0,06 (I)	0,01 (I)
Arsen (As)	mg/kg	25 (II)	37 (I)	25 (II)	35 (I)
Kobber (Cu)	mg/kg	6,7 (I)	9,3 (II)	5,0 (I)	2,4 (I)
Krom (Cr)	mg/kg	3,4 (II)	52 (V)	2,2 (I)	2,0 (II)
Nikkel (Ni)	mg/kg	3,9 (I)	82 (IV)	2,8 (I)	2,4 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	152 (I)	216 (II)	133 (I)	53 (I)

Helgøysundet og EUs vanndirektiv

I forbindelse med EUs vanndirektiv vil ytre del av Helgøysundet og Solheimsfjorden utgjøre en naturlig vannforekomst eller være en del av en større samling av like vannforekomster. Den innenforliggende Eikefjorden vil sannsynligvis utgjøre en egen vannforekomst

Vannforekomsten vil, i henhold til Havforskningsinstituttets nylig gjennomførte typifisering, være en *CNs2* = *moderat eksponert kyst/skjærgård*, basert på følgende forhold:

- Økoregion Nordsjøen,
- Polyhalin 18-30 ‰
- Moderat eksponert (grenser mot beskyttet)
- Delvis lagdelt, uten stagnerende dypvann
- Tidevann

Ytre del av Helgøysundet, ved utslippet fra Purkeholta avfallsdeponi, har i 2004 minst "*god økologisk status*", sannsynligvis også innenfor "*høy økologisk status*", basert på følgende undersøkte elementer,:

Biologiske:

Tarmbakterier: Lite/ikke forurenset (SFT tilstand I = "meget god")

Rik og upåvirket bunnfauna (SFT tilstand I = "meget god")

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

Bortsett fra et begrenset område med høyt metallinnhold i tang ved utslippskummen

Kjemiske:

Meget næringsfattig (SFT tilstand I = "meget god")

Lite miljøgifter i sedimentet (SFT tilstand I = "ubetydelig-lite forurenset")

Organisk innhold i sedimentet som naturtilstand (til tross for SFT tilstand IV = "dårlig")

Fysiske:

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

Ingen inngrep som endrer vannstrømming, vannutskifting og temperatur eller oksygenforhold

VURDERING AV TILSTAND OG UTVIKLING

Purkehola avfallsdeponi i Flora kommune har sitt avløp til innerste del av Solheimsfjorden ytterst i Helgøysundet. Solheimsfjorden har ingen terskel i munningen, og det er derfor ingen avstengte og stagnerende vannmasser i de dypere områdene i fjorden, som er over 500 meter dyp ytterst. Det trange Helgøysundet skiller den innenforliggende Eikefjorden fra Solheimsfjorden med en terskel på omtrent 35 meters dyp. Eikefjorden har et største dyp på rundt 145 meter, og har således stagnerende dypvann innenfor terskelen fra anslagsvis 40 meters dyp.

Utslipp av sigevann fra Purkehola avfallsdeponi skjer på 50 meters dyp på toppen av en skråning som skrår bratt ned mot dypområdet på vel 110-120 meters dyp i dette området. Bunnen i denne dypålen er relativt flat, og videre utover i Solheimsfjorden skrår det sakte nedover mot over 500 meters dyp 13 km lenger vest.

Siden det ikke er stagnerende vannmasser ved bunnen, er det kun moderat sedimenterende forhold ved disse dypeste og relativt flate områdene midt i fjorden. Sedimentet er derfor dominert av fin sand med innsalg av skjellsand, med relativt liten andel leire og silt på under 20% i det lokale området. Det er også økende innslag av grus og stein innerst mot den grunnere terskelen i Helgøysundet.

Det er god strøm gjennom Helgøysundet, målt av Oceanor til gjennomsnittlig 12 cm/s på 5 meters dyp (vannutskiftingsstrøm) og 5 cm/s på 50 meters dyp (spredningsstrøm) (OCEANOR 1989). Dette tilsvarer "meget sterk strøm" på begge dyp i henhold til Rådgivende Biologer AS sitt klassifiseringssystem for strømhastighet (**tabell 10**).

Tabell 10. 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 svært svak	II svak	III middels sterk	IV sterk	V 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 innlagingsdyp er beregnet til å ligge på rundt 33 meters dyp omtrent 20 meter fra utslippspunktet. Der vil utgangsmengden være fortynt omtrent 300 ganger avhengig av årstiden (Bakke mfl. 1998). De oppløste stoffene blir således fortynt og spredd meget effektivt, både innover og særlig utover fjorden, mens de ikke-vannløselige tilførslene vil bli spredd over betydelige bunnområder og bare i liten grad sedimentere lokalt.

Næringsrikhet

Vannmassene i Helgøysundet er næringsfattige, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I="meget god" vannkvalitet. Også siktedypet var tilsvarende høyt, noe som reflekterer mengde partikler og alger i vannmassene. Vannprøvene er riktignok tatt på våren, slik at det ligger mellom det SFT beskriver som "vinter" (desember-februar) og det som beskrives som "sommer" (juni-august). Det er likevel valgt å benytte "sommer"-vurdering, fordi dette gir en betydelig med konservativ vurdering (strengere kriterier).

Målingene avviker ikke fra det som ble observert av Veritas i 1998, selv om analysemetodikken som da ble benyttet ikke har samme gode oppløsning som ved denne undersøkelsen. Veritas oppgir innholdet av fosfor til å være <0,01 mg/l og av nitrogen til å være <0,5 mg/l på alle de undersøkte dyp (Bakke mfl. 1998). Ved befaringen 27. april 2004 ble det målt henholdsvis 10 og 11 : g fosfor/l og 174-122 : g nitrogen/l på de to dypene 1 og 15 meter.

Sedimentkvalitet

Resultatene viser at ytterst i Helgøysundet og innerst i Solheimsfjorden var det moderat sedimenterende forhold, der mellom 20 % og 13 % av partiklene på vektbasis var leire og silt. Høyest andel var det ytterst i det undersøkte området, mens andelen grus og stein var høyest innerst i den undersøkte dypålen. Der skrår det oppover mot den 35 meter grunne terskelen inn mot Eikefjorden, slik at en må regne en større vannstrøm over dette området. Selv om det ikke er innestengt og stagnerende vannmasser bak noen terskel i Solheimsfjorden, vil vannstrømmen over bunnen være beskjeden når en kommer ned på de dypeste områdene.

Tørrstoffinnholdet var høyt og lå mellom 50 % og 60 % i de undersøkte sedimentene, hvilket skyldes at prøvene inneholdt mye primærsediment og lite organiske sedimenter. Glødetapet, som er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, var derfor tilsvarende lavt, og lå mellom 4 % og 7 %. 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 nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold.

Innholdet av organisk stoff i sedimentet, beregnet fra de lave glødetapsverdiene og angitt som "normalisert TOC", tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god" for den ytterste og tilstandsklasse IV = "dårlig" for de to innerste målestedene. SFTs tilstandsklassifisering for organisk innhold i sedimentene er imidlertid ikke uten videre brukbar, noe som også er slått fast i Veritas' rapport (Bakke mfl. 1998). Det er vanskelig å forklare at sedimentkvaliteten skal være dårlig når glødetapet er som forventet naturtilstand, og alle andre undersøkte parametre for sedimentkvalitet og dyr også er gode. SFTs klassifisering blir derfor ikke tillagt vekt i den videre vurderingen.

Sedimentet i Helgøysundet hadde nemlig normale pH-verdier med tilhørende elektrodepotensial tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen, klassifisert til beste tilstandsklasse 1 i henhold til NS 9410. Dette tyder på at nedbrytingsforholdene er gode, med rikelig tilgang på oksygen og uten noen som helst overbelastning av organiske tilførsler. Forholdene har heller ikke endret seg noe de siste årene i forhold til undersøkelsen på ett punkt ved utslippet i mai 1998 (Bakke mfl. 1998).

Resultatene fra undersøkelsen 27.april 2004 viser at er ikke er mulig å spore noen effekt av utslippet fra Purkehola avfallsdeponi på sedimentkvaliteten på det midterste målepunktet (sted B). De svake gradientene som ble observert i sedimentkvalitet innover i det undersøkte området, tilskrives naturlig variasjon i sedimentet grunnet den ulike grad av sedimenterende forhold, og skyldes ikke noen som helst menneskeskapt ytre påvirkning.

Miljøgifter i sediment

Sedimentprøvene ble analysert for en hel rekke ulike typer miljøgifter og metaller, og sedimentene var generelt sett "lite til ubetydelig" forurensset i henhold til SFTs klassifisering (SFT 1997). Det ble funnet lave konsentrasjoner av alle metallene i alle prøvene. Bare for bly ble det like nedenfor utslippet påvist konsentrasjoner som såvidt var over grensen til SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurensset". På de andre

to stedene var blykonsentrasjonen og konsentrasjonen av alle de øvrige metallene tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset". Målingene var imidlertid jevnt høyere enn i 1998 (Bakke mfl. 1998).

For PAH-stoffene ble det påvist lave gjennomsnittskonsentrasjoner på alle de tre prøvestedene, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset". Det ble imidlertid påvist flere PAH-stoffer og jevnt over høyere konsentrasjoner nærmest utslippet enn på de to andre prøvestedene. PAH-stoffer (PolyAromatiske Hydrokarboner) utgjør en gruppe med mange ulike stoffer, der enkelte er mer giftig enn andre. Særlig benzo(a)pyren er giftig og kreftfremkallende, men dette stoffet ble bare funnet i lave konsentrasjoner i en av de tre parallelle prøvene utenfor utslippspunktet.

Resultatene viser at det sannsynligvis kommer små tilførsler av PAH-stoffer fra avløpet fra Purkehola avfallsdeponi. PAH-stoffer dannes blant annet ved forbrenning av avfall, og siden både mengden og antallet PAH-stoffer var høyest like ved avløpspunktet, er dette sannsynlig. Konsentrasjonene var imidlertid lave, og ikke høyere enn det som ble observert ved undersøkelsene i 1998, da 3 PAH (16) også ble oppgitt til < 0,3 mg/kg, som er øvre grense for SFTs tilstandsklasse I="lite-ubetydelig forurenset".

Bunnfauna

Bunnfaunaen ble undersøkt i tre parallelle prøver på de tre prøvestedene i området ved og utenfor utslippet. Faunaen var noenlunde ensartet i dette området, og forskjellen mellom de ulike stedene tilskrives naturlig variasjon og ulikheter i sedimentkvalitet, og er ikke en effekt av utslippet fra Purkehola avfallsdeponi. Ut fra de innsamlete prøvene er det ikke mulig å vise at bunnfaunaen i undersøkelsesområdet på noen måte er påvirket av utslippet.

Bunnfauna beskrives både ved antall arter og tetthet av individer på de ulike stedene. Det ble funnet flest arter nedenfor utslippet, mens det var noe færre dyr i disse prøvene. Dette var imidlertid ikke signifikant forskjellig fra de to andre prøvestedene. Det biologiske mangfoldet beskrives og klassifiseres på grunnlag av Shannon-Wieners diversitetsindeks, H' , og alle prøvestedene tilfredsstillte SFTs tilstandsklasse I="meget god" med diversitetsindeks godt over 4. Dette gjelder også hver enkelt av de tre parallellene på alle tre stedene. Generelt sett ble det observert en trend fra ytterst til innerst i undersøkelsesområdet, med noe høyere artsmangfold (diversitet) ytterst i området.

Verdien for jevnhet var høy i alle prøvene, og høyest ytterst i området ved prøvested A. Dette viser at den relativt høye diversiteten i stor grad kan tilskrives en jevn fordeling av individer mellom artene, hvilket er et "sunnhetstegn" for bunnfaunaen. Ved undersøkelsen i 1998 ble det funnet tilsvarende resultat for bunnfauna, med 78 arter, en jevnhet på $J=0,81$ og en diversitet $H'=5,1$ og SFT-tilstand I="meget god" (Bakke mfl. 1998) Dette er en litt høyere diversitet enn ved denne undersøkelsen, men ikke avvikende fra det vi fant ytterst i prøveområdet. Samtidig står det prøvedyp=90m i tabell 4.14 i Veritas-rapporten, mens det står 112/113 (106) i kartet som viser prøvestedene. Det siste stemmer bedre med det vi fant som mulig prøvetakingssted, slik at nyanser i plassering av prøvetakingen her kan forklare litt av variasjonen. Det er uansett ikke mulig å konkludere med annet enn at forholdene synes uforandret fra mai 1998 til april 2004.

Den varierte og mangfoldige bunnfaunaen og klassifisering av miljøtilstand basert på dette, samsvarer med de observerte normale pH-verdier med tilhørende elektrodepotensial. Dette tilsvarer friske og oksygenrike forhold ved bunnen, uten noen som helst overbelastning av organiske tilførsler, men det samsvarer ikke med den dårlige klassifisering av sedimentkvalitet basert på organisk innhold tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "mindre god" for den ytterste og tilstandsklasse IV = "dårlig" for de to andre målestedene. I SFTs klassifisering av TOC fra 1997 er det satt strengere krav enn for klassifiseringen fra 1993, noe som altså kan synes å gi svært så avvikende resultater i forhold til helhetsinntrykket.

Miljøgifter i organismer

Det ble samlet inn prøver av albuesnegl (*Patella vulgata*) og grisatang (*Ascophyllum nodosum*) på to steder. Prøvestedet ved kummen der utslippsledningen går ut i sjøen tilsvarer prøvestedet "G2" som Veritas undersøkte i 1998, mens prøvestedet 600 meter lenger vest tjener som en referanse på tilstanden i området. Disse ble undersøkt for innhold av metaller, slik som i 1998.

Innholdet av metaller i snegl var generelt sett lavt på referansestedet, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig-lite forurenset" for de aller fleste metallene. Ved utslippskummen fra Purkehola avfallsdeponi var det noe høyere verdier enn på referansestasjonen av enkelte av metallene, men kun for krom slår dette ut i endret SFT tilstand, som her blir II="moderat forurenset". I sneglen var det SFT tilstand III="markert forurenset" med hensyn på kadmium begge stedene, slik at dette ikke uten videre kan tilskrives utslippet.

Grisetangen var imidlertid mer forurenset med hensyn på metallinnholdet akkurat ved utslippskummen, med høyeste forurensningsgrad V="meget sterkt forurenset" for krom, IV="sterkt forurenset" for nikkel og III="markert forurenset" for bly. Hvorfor forurensningsgraden var høyere i tang enn i snegl vites ikke, men det er tydelig at det går sigevann ut i området ved kummen, fordi det var tydelig brunfarge av utfelt jernhydroksyd i hele strandsonen ved kummen (se bilde i **figur 5** på side 11). Om dette kommer fra selve kummen eller om det er en generell sigevannlekkasje i hele dalføret fra fyllingen og ned til utslippet vites ikke. Det første vil imidlertid være lettere å gjøre noe med enn en diffus lekkasje. Problemet med metaller i tang er imidlertid lokalt.

Konklusjon

Undersøkelsen i april 2004 viste at området ved og utenfor utslippet er lite eller ikke påvirket av utslippet. Sedimentkvaliteten var i all hovedsak som forventet i forhold til naturtilstand, og bunnfaunaen hadde tilsvarende rikt mangfold. Det er heller ikke mulig å spore noen vesentlig forskjell i tilstand fra forrige undersøkelse i 1998.

Denne undersøkelsen omfatter tre prøvepunkt i området ved utslippet, mot en i 1998. Dette er gjort for å kunne vurdere eventuelle gradienter fra nærsonen ved utslippet og ut i resipienten. Det ble ikke funnet noen slike trender, annet enn for miljøgiftene PAH, der det var noe høyere andel stoffer og litt høyere konsentrasjoner i nærsonen rundt avløpet. Konsentrasjonene var likevel lave og innenfor laveste klasse I="lite til ubetydelig forurenset" i SFTs klassifiseringssystem.

Det ble også påvist høyere konsentrasjoner og forurensningsgrad i tang ved utslippskummen nedenfor Purkehola avfallsdeponi enn på en referansestasjon 600 meter mot vest. Innholdet av metaller i albuesnegl på de to stedene var imidlertid ikke særlig forskjellig og hovedsakelig lite forurenset.

Påvisbare miljøeffekter av utslippet fra Purkehola avfallsdeponi er således begrenset til et lite område langs strandsonen ved utslippskummen, og et lite område i nærsonen ved selve utslippet i fjorden. Dette hadde imidlertid ingen effekt på bløtbunnsfaunaen i dette området.

De nyanser og trender som ble observert i de undersøkte parametrene mellom de tre prøvestedene, samsvarer godt med det som ble observert av sedimentkvalitet på de tre stedene. Det var ingen generelle gjennomgående trender i miljøkvalitet mellom utslippets nærsone og de andre målepunktene.

Vurdert i henhold til EUs Vannrammedirektiv, vil den økologiske status i Ytre del av Helgøysundet, ved utslippet fra Purkehola avfallsdeponi, i 2004 ha minst "**god økologisk status**", sannsynligvis også ligge innenfor "**høy økologisk status**".

REFERANSER

- BAKKE, S.M., O.Ø. ASPHOLM, Ø. ENDRESEN, S.-A. NØLAND & T. JENSEN 1998.**
Resipientundersøkelse av sjøområdene i Flora kommune.
Det Norske Veritas AS, Teknisk rapport 98-3557, 73 sider,
- 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.
- OCEANOR 1989.**
Strømmålinger ved ny avfallsplass "Purkehola".
Oceanor rapport 89029
- 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.

VEDLEGGSTABELLER

Vedleggstabell 1. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i de tre parallellene fra de tre prøvestedene i Helgøysundet utenfor Purkehola avfallsdeponi 27.april 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 sted. Prøvene er sortert av Randi Lund og Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

Gruppe / art	Sted A = 17 B			Sted B = 17 A			Sted C = 17		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ANTHOZOA - nesledyr									
<i>Edwardsia sp.</i>							1		
NEMERTINEA - flatmakk									
<i>Nemertinea spp.</i>	2	4	2		1	1	1	4	3
SIPUNCULIDA									
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		1	1		1			1	
<i>Phascolion strombi</i>									1
<i>Golfingia sp.</i>				1					
POLYCHAETA - flerbørstemakk									
<i>Harmothoe sp.</i>							2		
<i>Pholoe inornata</i>	1	2	2		2	2	3	1	2
<i>Sthenelais boa</i>					1				
<i>Mystides caeca</i>				1				1	
<i>Sige fusigera</i>									
<i>Pseudomystides limbata</i>		1			1	1			
<i>Glycera lapidum</i>					1	1	2	3	2
<i>Goniada maculata</i>	1			2		2			1
<i>Glycinde nordmanni</i>									
<i>Ophiodromus flexuosus</i>			1			1			
<i>Kefersteinia cirrata</i>						2	2	1	3
<i>Neiremyra punctata</i>					2				
<i>Typosyllis sp.</i>						1			
<i>Syllides longocirrata</i>							1		1
<i>Exogone verugera</i>	3			1	1				
<i>Exogone hebes</i>	1				2		1		
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>						1	1	1	
<i>Sphaerodoridium phillippi</i>	1								
<i>Nereis longissima</i>					1				
<i>Nephtys hystericis</i>			1		1				
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	1								
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	12	2	6	6	2	7	4	8	11
<i>Eunice pennata</i>							3		
<i>Lumbrineris sp.</i>	6	8	5	6	7	9	2	2	4
<i>Driloneris filum</i>	3	1	4	1	2	2			
<i>Orbinia sertulata</i>				1	1	1	1	2	1
<i>Aricidea catherinae</i>			1		2		3	6	7
<i>Aricidea sp.</i>				1				1	1
<i>Paradoneis lyra</i>	1						1		

<i>Levinsenia gracilis</i>	1		2	2				1	
<i>Laonice sarsi</i>		1					1	1	
<i>Prionospio malmgreni</i>		1		1	1				
<i>Prionospio cirrifer</i>	1	2	2	3	1	1	6	7	9
<i>Prionospio steenstrupi</i>	1								
<i>Spiophanes krøyerii</i>			1	3	1	5	4		1
<i>Spiophanes bombyx</i>									
<i>Spiophanes wigleyi</i>	3	3		5	9			7	6
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	14	20	2		1				2
<i>Scoloelepis tridentata</i>			1						
<i>Chaetozone setosa</i>	7	5		14	17	17	15	25	19
<i>Caulleriella killariensis</i>									
<i>Tharyx sp.</i>	10	4	2	5	7	17	6	8	11
<i>Pherusa sp.</i>				1					
<i>Diplocirrus glaucus</i>									
<i>Scalibregma inflatum</i>	5	3	4					3	2
<i>Ophelina sp.</i>	2	1		3	1	1			
<i>Heteromastus filiformis</i>		1							1
<i>Notomastus latericeus</i>	8	8	14	6		5	1	8	4
<i>Myriochele oculata</i>		2						1	
<i>Heteroclymene robustus</i>		2							
<i>Praxillella affinis</i>	8	2	3	2				1	
<i>Lumbriclymene cylindricaudata</i>		1	1						
<i>Pectinaria belgica</i>	1								
<i>Ampharete lindstroemi</i>	1	1	1		2			1	1
<i>Amphicteis gunneri</i>				2	1			1	1
<i>Melinna cristata</i>					1				
<i>Lysippides fragilis</i>				1		3	2		2
<i>Sosanopsis wireni</i>	4	3	4	4	2	1	1	6	8
<i>Samytha sexcirrata</i>								1	2
<i>Amythasides macroglossus</i>	9	6	2	12	16	4	10	23	16
<i>Mugga wahrbergi</i>	1					1			
<i>Eclysippe vanelli</i>	2	5	1		1			1	
<i>Terebellides stroemi</i>		3	3		1			1	1
<i>Trichobranchus roseus</i>		2	2	1	2			1	1
<i>Amphitrite cirrata</i>							1		
<i>Pista cristata</i>	1		1	1	1	1	1	2	1
<i>Phisidia aurea</i>		1		1	1	1		1	
<i>Paramphitrite tertrabanchia</i>	1							2	3
<i>Eupolymnia nebulosa</i>				1	2				
<i>Amaeana trilobata</i>		1							
<i>Hauchiella tribullata</i>									1
<i>Polycirrus norvegicus</i>	4	1	1	1	2	1	2		
<i>Polycirrus arcticus</i>					1				
<i>Streblosoma intestinale</i>		1	1						
<i>Chone duneri</i>	1	1				2			
<i>Jasmineira caudata</i>								1	
<i>Jasmineira elegans</i>	3								
<i>Euchone incolor</i>	1	4	3		1			1	
<i>Eucone sp.</i>							1		

MOLLUSCA - bløtdyr										
<i>Chaetoderma sp.</i>			3		1		1			2
<i>Chiton sp.</i>									1	
<i>Lunatia alderi</i>									1	
<i>Nucula nitidosa</i>						1				
<i>Yoldiella frigida</i>	1				1			1		
<i>Arca pectuncooides</i>	2	2	1		1		2		1	2
<i>Chlamys septembranchia</i>	1									
<i>Astarte sulcata</i>			2					1		
<i>Thyasira spp.</i>	3			9	1		5	2	1	1
<i>Montacuta ferruginosa</i>										1
<i>Venus striatule</i>					1					1
<i>Dosina exoelata</i>							1			
<i>Thracia phaseolina</i>				2						
CRUSTACEA - krepsdyr										
<i>Diastylis sp.</i>			1							
<i>Gnathia oxyurea</i>			1							
<i>Lysianassidae spp.</i>						1	1	1		2
<i>Harpinia antennaria</i>					1					
<i>Eriopisa elongata</i>				1			2			
<i>Arrhis phyllonyx</i>				1						
<i>Monoculodes sp.</i>								1	1	
<i>Cheirocratus sundevalli</i>						1		1		
<i>Galathea intermedia</i>							1			
ECHINODERMATA - pigghuder										
<i>Amphiura filiformis</i>							1			
<i>Amphiura chiajei</i>	1	2	4		1	1				
<i>Ophiura sp.</i>			1		2					
<i>Echinocardium sp.</i>	1	1								1
<i>Brissopsis lyrifera</i>										
<i>Lapidoplax buski</i>	1				3	7	3	4	8	1
Antall individer	131	113	96		101	112	108	91	147	139
Antall arter	41	40	37		38	44	36	36	40	39

Vedleggstabell 2. 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)				