

Resipientundersøkelse  
ved Eide fyllplass  
i Fjell kommune  
2005



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS**

**842**

**COWI**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Resipientundersøkelse ved Eide fyllplass i Fjell kommune 2005

**FORFATTERE:**

Bjarte Tveranger, Geir Helge Johnsen og Oddmund Soldal (COWI AS)

**OPPDRAKSGIVER:**

Sotra Renovasjon AS, Eide, 6363 Ågotnes

**OPPDRAGET GITT:**

25. mai 2005

**ARBEIDET UTFØRT:**

2005

**RAPPORT DATO:**

10.oktober 2005

**RAPPORT NR:**

842

**ANTALL SIDER:**

37

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-437-3

**EMNEORD:**

- Resipientvurdering
- Avfallsdeponi
- Sjø-områder
- Fjell kommune

**SUBJECT ITEMS:**

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

*Forsidefoto: Feltarbeid fra M/S "Navigator" utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005.*

## FORORD

Rådgivende Biologer AS og COWI AS har på oppdrag fra Sotra Renovasjon AS gjennomført en resipientundersøkelse av sjøområdet utenfor Eide fyllplass i Fjell kommune. Undersøkelsen utgjør en av de rutinemessige fire-årige undersøkelsene, der Eide fyllplass blir drevet av Sotra Renovasjon AS, mens FjellVAR har ansvar for oppfølgingen av konsesjonen.

Miljøriskovurderinger for avfallsdeponi uten dobbel bunntetting blir utført i tre trinn i henhold til SFTs veileder TA-1995/2003. **Trinn 1** omfatter karakterisering av avfall og 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. Avfallsdeponiet på Eide har under 5% ukontrollert lekkasje, og denne resipientundersøkelsen følger derfor ikke som et nødvendig trinn 3.

Det ble foretatt en feltbefaring 10.juni 2005, med måling av profiler i vannsøylen, innsamling av vannprøver for bestemmelse av oksygeninnhold, prøver for analyse av sedimentkvalitet, innhold av miljøgifter samt bunnfauna på tre stasjoner utenfor avløpet og i området rundt, samt samlet inn blåskjell for analyse av miljøgifter fra fire områder.

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 1990, 1995 og 2000 (Johannessen m. fl. 1991, Tvedten m. fl. 2001 og Johnsen m. fl. 2001).

De innsamlete sediment- og skjellprøvene 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 det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS. Hydrografiske profiler ble innsamlet med et nedsenkbar YSI-instrument.

Rådgivende Biologer AS takker Hallvor Mohn for en fin feltdag ombord i "MS Navigator" 10.juni 2005 og Sotra Renovasjon ved Hans Kåre Eide for oppdraget.

Bergen, 10. oktober 2005.

## INNHALDSFORTEGNELSE

Forord .....	Side 2
Innholdsfortegnelse .....	Side 2
Sammendrag .....	Side 3
Innledning .....	Side 4
Områdebeskrivelser .....	Side 6
Eide fyllplass .....	Side 7
Metode .....	Side 9
Miljøtilstand i sjøområdene juni 2005 .....	Side 14
Vurdering av tilstand og utvikling .....	Side 23
Referanser .....	Side 32
Vedleggstabeller .....	Side 34

## SAMMENDRAG

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

*Resipientundersøkelse ved Eide fyllplass i Fjell kommune 2005.*

*Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 842, 37 sider, ISBN 82-7658-437-3.*

Rådgivende Biologer AS og COWI AS har på oppdrag fra Sotra Renovasjon AS gjennomført en resipientundersøkelse av sjøområdene utenfor Eide fyllplass i Fjell kommune. 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).

Det er gjennomført undersøkelser av sediment og bunnfauna fra tre ulike steder i sjøområdene, samt innhold av miljøgifter i albuesnegl fra strandsonen fire steder utenfor Eide fyllplass. Undersøkelsen er en oppfølging av tre tidligere undersøkelser (Johannessen m. fl. 1991, Tvedten m. fl. 1996, og Johnsen m. fl. 2001).

Utslippet fra Eide fyllplass ligger i en skrånende bakke med god vannutskifting nedover mot et dypvannsbasseng mot nord i Eideosen. Det ble observert tilnærmet full oksygenmetning i hele vannsøylen både ved utslippet og ved det dypeste i Eideosen. De undersøkte sedimentprøvene hadde en fysisk sammensetning som i hovedsak gjenspeiler dette, men ved dypbassengene i Eideosen og Høggøyosen henholdsvis 1 km nord og sør for utslippet er det sedimenterende forhold og andelen silt og leire er høy.

Undersøkelsen viste at sedimentene i sjøområdet innen Eide fyllplass sin nærzone (stasjon 22 i Skjervika like ved utslippsstedet) samt i Eide fyllplass sin fjernsone (stasjon 17 i Eideosen og stasjon 21 i Høggøyosen) er moderat til lite påvirket av utslippet fra Eide fyllplass for de fleste undersøkte miljøparametre. Sedimentkvaliteten var i all hovedsak som forventet i forhold til naturtilstand, og bunnfaunaen var relativt rik og mangfoldig ved utslippet og i Eideosen (SFTs tilstandsklasse II= "god"). I Høggøyosen ble det registrert dårligere miljøforhold for bløtbunnsfaunaen (SFTs tilstandsklasse IV= "dårlig"), men dette skyldes sannsynligvis naturlige svingninger i miljøforholdene, noe en også har sett ved de øvrige stasjonene over tid.

Det var ingen vesentlig endring i miljøtilstand fra tidligere undersøkelser på noen av stasjonene, men det ble registrert noe bedre miljøforhold for bløtbunnsfaunaen i Eideosen og i Skjervika siden forrige undersøkelse i 2000. På alle tre stasjonene ble det i sedimentene også registrert en nedgang i påviste mengder metaller og PAH-stoffer siden forrige undersøkelse i 2000. Mengdene var fra små til moderate og tilsvart SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig- lite forurenset" eller II="moderat forurenset". I Eideosen og Høggøyosen er miljøpåvirkningen av metaller og PAH omtrent uforandret siden undersøkelsene i 1990 og 1995, mens miljøforholdene ved utslippet i Skjervika var blitt bedre siden 1995.

Av andre miljøgifter ble det ikke påvist PCB-stoffer over deteksjonsnivå i sedimentene fra de tre stasjonene, mens det i 1995 og 2000 ble påvist lave PCB-verdier. Det ble påvist tinnorganiske forbindelser på alle tre stasjonene der nivået trolig var høyere enn i 2000. På stasjon 22 like ved avløpet i Skjervika og på stasjon 21 i Høggøyosen var nivået av TBT høyt, tilsvarende SFTs tilstandsklasse IV="sterkt forurenset" og SFTs tilstandsklasse III ="markert forurenset". På stasjon 17 i Eideosen var konsentrasjonen av TBT i sedimentet lav tilsvarende SFTs tilstandsklasse I-II= "ubetydelig-lite/moderat forurenset".

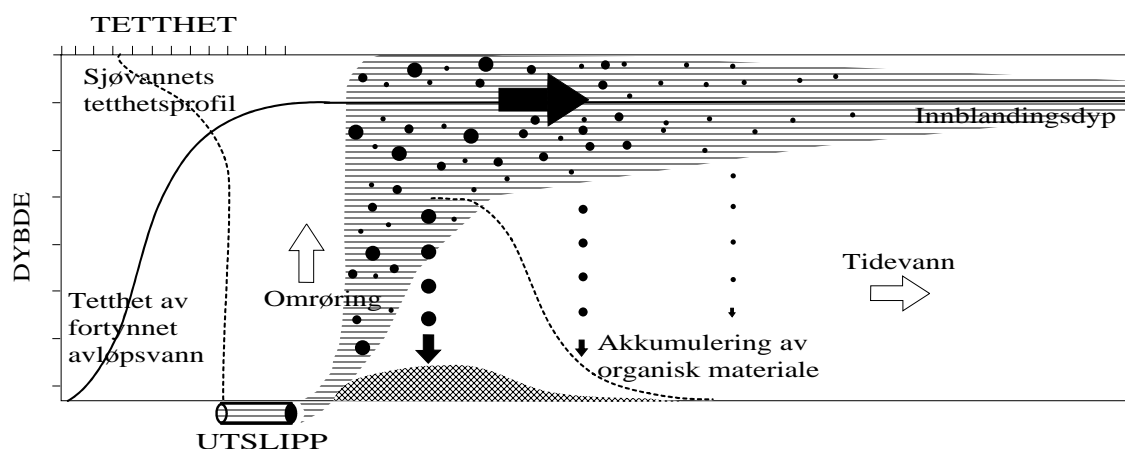
Generelt lå metallnivået i albuesnegl på fire stasjoner i strandsonen ved Eide fyllplass innenfor det som er normalverdier i områder upåvirket av større punktkilder. Konsentrasjonen av PAH og PCB i albuesnegl var under grenseverdien for påvisning på alle de analyserte enkeltkomponentene. Ved undersøkelsen i 2000 var det også lave konsentrasjoner av miljøgifter i albuesnegl.

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

## INNLEDNING

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

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



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

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

Organisk materiale som blir tilført et sjøområde akkumulerer således på bunnen ved det dypeste i resipienten. Dette er en naturlig prosess, som kan øke i omfang dersom store mengder organisk materiale tilføres. Store eksterne tilførsler av organisk nedbrytbart materiale til dypvannet i sjøområdene vil kunne øke oksygenforbruket i dypvannet. Dersom oksygenet i dypet er brukt opp, vil sulfatreduserende bakterier fortsette nedbrytingen, og den giftige gassen hydrogensulfid ( $H_2S$ ) dannes. Dyreliv vil ikke forekomme under slike betingelser. Mange sjøbasseng vil også fra naturens side ha en balanse som gjør at slike situasjoner vil opptre uten ekstra ytre påvirkning. Det behøver derfor ikke være et tegn på “overbelastning” at det forekommer hydrogensulfid i dypvannet og i sedimentene. I Eideosen vil det ikke bli oksygenfrie forhold nedover i dypet, fordi vannmassene ikke er stengt inne bak noen lokal grunn terskel. Glødetap er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10% eller mindre i sedimentet der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i 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 disse forholdene på en utfyllende måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie forhold, vil ikke ha noe dyreliv av betydning i de dypeste områdene, og vil dermed ha en sterkt redusert nedbryting av organisk materiale på bunnen. Da vil innholdet av ikke-nedbrutt organisk materiale være høyt i sedimentprøver. Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet oversiktlige klassifikasjons-system for vurdering av disse forholdene. Det er også utviklet en standardisert prøvetakingsmetodikk for vurdering av belastning fra fiskeoppdrettsanlegg, der bunnsedimentet blir undersøkt med hensyn på tre sedimentparametre, som alle blir tildelt poeng etter hvor mye sedimentet er påvirket av tilførsler av organisk stoff.

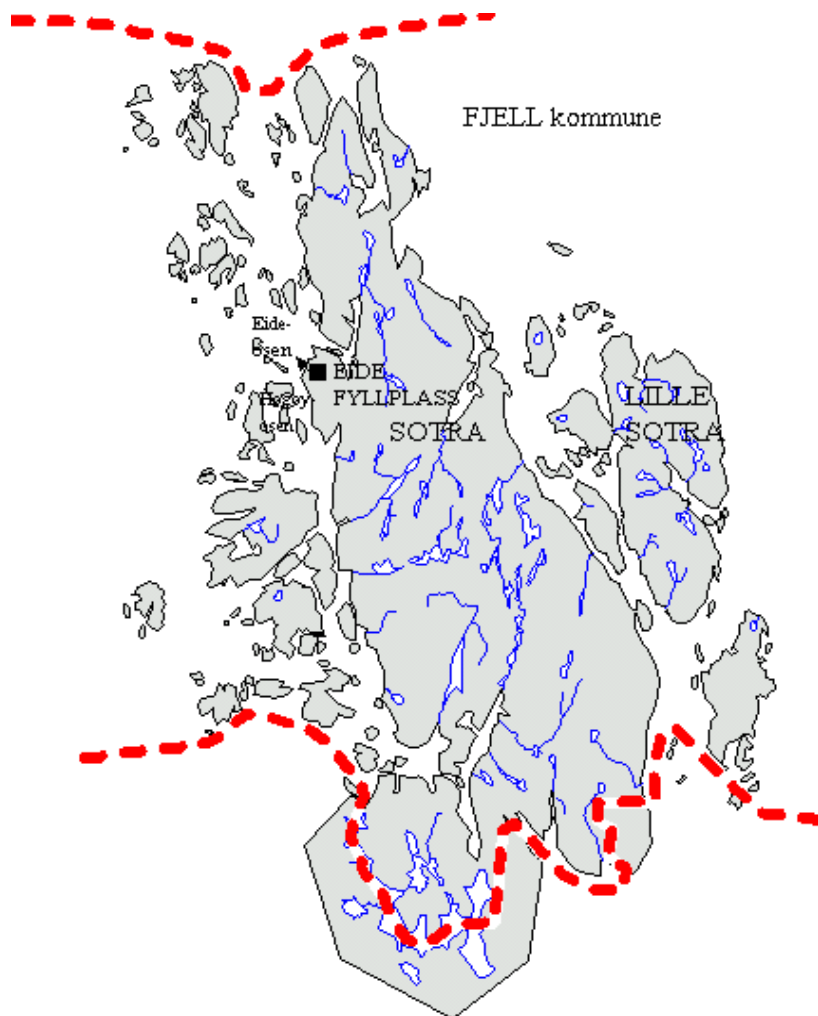
**Fauna-undersøkelse (gruppe I)** består i å konstatere om dyr større enn 1 mm er til stede i sedimentet eller ikke. Det blir ikke utført noen bestemming av organismene i felt, men prøvene er fiksert og tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemming. **Kjemisk undersøkelse (gruppe II)** av surhet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

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

## OMRÅDEBESKRIVELSE

Eide fyllplass ligger på vestsiden av Sotra, 2 km fra åpent hav og er delvis skjermet for havet av noen øyer (**figur 2**). Deponiet ligger i en delvis utsprengt dal, Langedalen, som i nord munner ut i Skjervika. Like nedenfor avfallsdeponiet går det en smal renne, som i sør grunnest opp mot litt over 40 m dyp inn til Høggøyosen. Mot nord utvider rennen seg, og det dybdes nedover til over 180 meters dyp ca 1 km nordnordvest for Eide fyllplass (**figur 4**). Eideosen er et dypbasseng som mot sør og vest er omgitt av øyer med forholdsvis grunne terskler inn til tilstøtende sjøområder (jf. **figur 4**). Eideosen er relativt åpen mot nordvest med et terskeldyp på over 100 meter dyp inn til et nytt basseng i retning Haverøy. Dette bassenget er videre relativt åpent og dypt i retning sørvest, med et terskeldyp på ca 85 m ut mot havet.

Flere gjennomgående strømsund inn og ut fra Eideosen gjør at en har god utskifting her. Den relativt dype terskelen mot nordvest, og den kystnære plasseringen ut mot åpent hav gjør at det kan forventes tilfredsstillende utskiftingsforhold også i det dypeste i Eideosen. Utslippet ligger på 31 meters dyp ca 200 meter fra land i en skrånende bakke som dybdes nordover mot Eideosen (jf. **figur 4**). Det forventes ikke stagnerende vannmasser i dette bassenget grunnet de forholdsvis dype tersklene i forhold til bassengdybden.



**Figur 2.** Oversiktskart over Fjell kommune med sjøområdet utenfor Eide fyllplass.



## EIDE FYLLPLASS

Eide fyllplass ble etablert som avfallsdeponi i 1982, og eies og drives av Sotra Renovasjon AS. Det er et deponi i kategori 2, *Deponi for ordinært avfall*. Området på Eide er regulert til industriområde. Ved siden av deponering av industri- og husholdningsavfall, blir det ved fyllplassen også foretatt avdamping og deponering av boreavfall fra oljeindustrien (Franzefoss gjenvinning), kompostert matavfall og behandlet septikslam (jf. **figur 3**). Sigevann fra disse aktivitetene og fra aktivitetene til Eide fyllplass føres inn på sigevannsledningen, et 550 mm PEH-rør som ligger på 31 meters dyp i Skjervik. Bare sigevann fra Franzefoss gjenvinning blir kjemisk renses før det slippes inn på sigevannledningen. På grunn av problemer med renseanlegget, har det vært stopp i utslippene fra Franzefoss gjenvinning siden august 2004. Et nytt renseanlegg er nå på plass, og utslippene vil fortsette som før (Hans Kåre Eide, pers medd). Det foreligger ikke krav om rensing av sigevannet fra Eide fyllplass, og det er derfor ikke installert renseanlegg/oljeutskiller eller lignende.

Eide fyllplass er dimensjonert til å ta i mot 460 000 m<sup>3</sup> avfall (hvorav ca 432 000 m<sup>3</sup> alt er deponert ved utgangen av 2004) og ca 400 000 m<sup>3</sup> i et område som er under utarbeidelse like vest for eksisterende fylling. Denne nye fyllingen har en forventet levetid på ca 23,5 år, og driften forventes å være avsluttet innen år 2030. Årlig deponeringsmengde har variert mellom ca 21 000 og 25 000 tonn i perioden 2001 - 2004. Forventet årlig avfallsmengde i årene fremover er ca 20 000 tonn.

Nedbørsfeltet som drenerer naturlig gjennom Langedalen er ca 320 dekar. Vann fra området oppstrøms fyllplassen blir ledet vestover til sjø gjennom en avskjærende grøft. Nedbørsfeltet som drenerer ut i Skjervika er ca 200 dekar. Av dette dreneres ca 104 dekar (inkl. fyllplassen) via sigevannsledningen. Gjennomsnittlig årlig nedbør er målt til å være i overkant av 1100 mm. Korrigert for fordampning utgjør dette en gjennomsnittlig avrenning fra nedbørsfeltet på ca 6 l/s, eller ca 190 000 m<sup>3</sup> i året.

Alt sigevann blir samlet opp via drenerør i bunnen av deponiet. Sigevannet fra fyllingen har naturlig fall mot sigevannsledningen. 95 - 97 % av nedbørsfeltets totale avrenning går til kontrollert dyputslipp i sjøen, og resten drenerer til Skjervika som grunnvann (Systad 2004). Årlig rapporteres sigevannsmengde og utslipp av sigevannsparemetre til Fylkesmannen. Sigevannet blir ledet gjennom en målestasjon nedstrøms fyllingen, hvor det foretas kontinuerlig registrering av sigevannsmengdene. For overvåkingsformål tas det månedlige prøver som blir analysert for et bredt spekter av miljøgifter. Det er etablert en rekke grunnvannsbrønner i området. Disse inngår i et overvåkingsprogram med inntil fire årlige prøvetakingsrunder.

Vannprøver av sigevann og grunnvann har vært tatt siden henholdsvis 1987 og 1995. I henhold til SFTs terskelverdier gitt i veiledningen for miljørisikovurdering (TA 1995/2003) er denne overskredet for en rekke parametre i sigevannet. Dette gjelder både uorganiske miljøgifter (metaller), PAH, jern og næringsstoff. Vannet i ledningen har en forurensingsindeks på over 10 for bl.a. PAH, bly, sink, bor, fenol (gjennomsnittskonsentrasjon) og enkelte målinger av bl.a. kadmium, krom, kobber og kvikksølv.

SFTs terskelverdier er overskredet for en rekke parametre i grunnvannet. Dette gjelder både uorganiske miljøgifter (metaller), PAH, jern og næringsstoff.

Den diffuse avrenningen fra deponiet er imidlertid meget liten og ligger i størrelsesorden fra 3,3 % (målt verdi) til 4,6 % (teoretisk beregnet maksimalverdi, Systad 2004), og dette er under kravene til dobbel bunntetting.

Utslippsledningen ligger omtrent 200 m fra stranden i Skjervika i vestlig retning, omtrent ved stasjon 22 (**figur 4**). Strømmålinger utført med NORTEK ADP 500 KHz av NIVA i 2000 like utenfor avløpet dokumenterer gode strømforhold i et dybdeintervall mellom 5 og 45 m dyp. Strømmen domineres av vekslende tidevann, og nord og sør er de dominerende strømretningene på grunn av de topografiske

forholdene. Den sørlige tidevannsstrømmen er sterkere enn den nordlige. Gjennomsnittlig strømstyrke var relativt lik i hele vannsøylen og lå rundt 5 cm/s. Maksimalstrømmen varierte mellom 20-30 cm/s (Johnsen m. fl. 2001).

Utslippets innlagingsdyp er beregnet til å ligge i dybdeintervallet 7-25 m dyp avhengig av variasjon i sigevannsmengde, sjiktningen i vannet (temperatur og saltinnhold) og strømstyrken (Johnsen m. fl. 2001). Lav sigevannsmengde og sterk strøm gir dypest innlagring. De oppløste stoffene vil således kunne forventes å bli fortynnet og spredd effektivt,- både sørover og nordover fra utslippet, mens de ikke-vannløselige tilførselene vil bli spredd over betydelige bunnområder og bare i liten grad sedimentere lokalt. Beregninger utført av NIVA viser at en 500x fortynning av sigevannet var oppnådd innenfor en avstand på fra 20 - 30 m til 200 m fra utslippet avhengig av utslippsmengde (3 l/s - 16 l/s) og strømhastighet (6cm/s og 25 cm/s).

For nærmere beskrivelse av avfallsplassen mhp selve deponiet, avfallsmengder, type avfall, teknisk arrangement for oppsamling av sigevann, sigevannsmengder og sigevannsanalyser, m.m. vises det til rapporten "Revidert søknad om oppgradering av tillatelse iht deponiforskriften" (Systad 2004).



**Figur 3.** Eide fyllplass sett fra sjøsiden. En ser lagertankene til Franzefoss gjenvinning (over til venstre), dagbruddet for sprengstein-utvinning og tilhørende knuse- og sorteringsverk (over til høyre) og utskipingskaien (til høyre). Alle bildene er tatt ved befaringen 10. juni 2005.



## METODE

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

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

### Sjikttingsforhold

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ved stasjon 17 og 21. Prøvene fra 150 og 170 meters dyp i Eideosen er tatt med vannhenter. Det ble målt siktedyp med en standard Secchi-skive.

### Prøvetakingsstasjonene

Stasjon 17 er den samme som ble undersøkt i 1990, 1995 og 2000, mens stasjonene 21 og 22 er de samme som ble undersøkt i 1995 og 2000 (Johannessen m. fl. 1991, Tvedten m. fl. 2001 og Johnsen m. fl. 2001). Posisjonene til stasjonene er avmerket i **figur 4** og oppgitt i **tabell 1**.

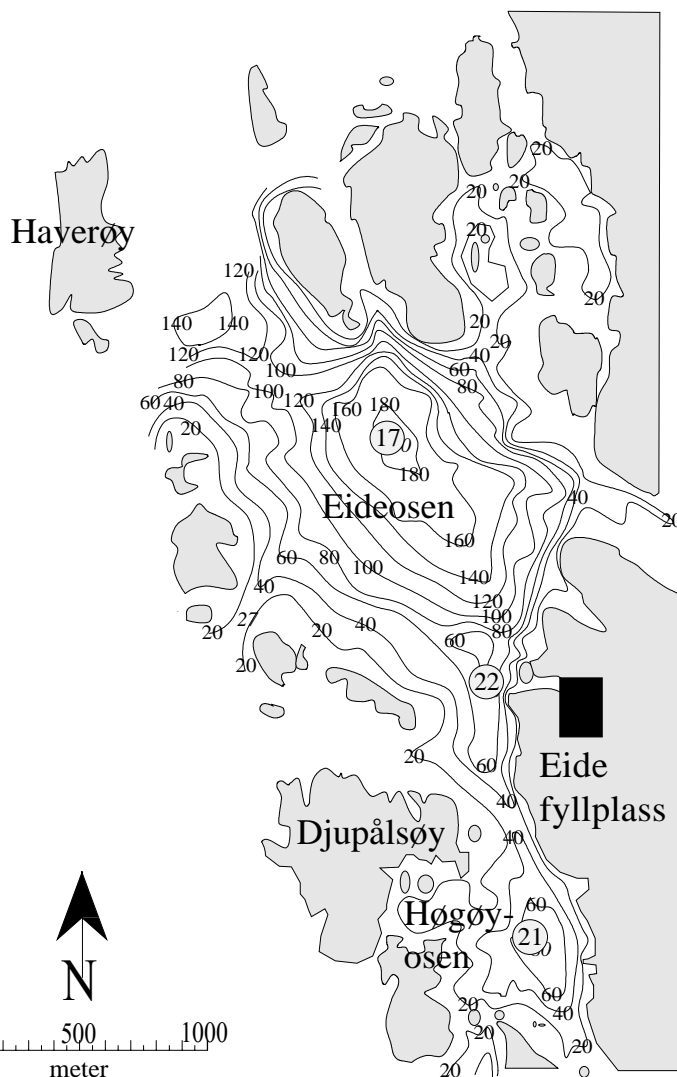
**Tabell 1.** Posisjon for stasjonene 17, 21 og 22 ved resipientundersøkelsen i sjøområdet utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005 (se **figur 4**).

Stasjon	Stasjon 17 Eideosen	Stasjon 21 Høgøyosen	Stasjon 22 Skjervika ved utslippet
Dyp (meter)	180	81	35
Posisjon (WGS 84)	N: 60° 23,666' E: 04° 57,380'	N: 60° 22,694' E: 04° 57,917'	N: 60° 23,273' E: 04° 57,833'

**Stasjon 17** ligger på 180 m dyp i en dypål i Eideosen ca 1 km nordvest for utslippsstedet. Eideosen er delvis skjermet mot havet av noen øyer mot vest, og terskelen inn til bassenget mot vest er på ca 70 m. Det er således ca 110 m dybdeforskjell mellom det dypeste i Eideosen og terskeldypet.

**Stasjon 21** ligger på 81 m dyp i Høgøyosen ca 1 km sør for utslippsstedet. Terskelen inn til Høgøyosen fra Sekkingstadosen mot sør er ca 20 - 30 m, og terskelen inn til Høgøyosen fra Eideosen mot nord er ca 50 m. Dypvannet i Høgøyosen er relativt begrenset i volum, og kun vel 30 meter dybdeforskjell fra terskelnivå og ned til det dypeste.

**Stasjon 22** ligger på 35 m dyp like nedenfor endepunktet til sigevannsledningen i en skrånende bakke rett utenfor Skjervika. Det skråner relativt bratt videre nedover i Eideosen. Denne stasjonen er åpen, skrånende og ligger over terskeldypet til Eideosen, slik at det her er god vannutskifting, men det bratte terrenget kan gjøre det vanskelig å få opp sediment. En fikk opp omtrent halvfulle grabber der en måtte ha mange forsøk (7 stk) for å få opp 3 paralleller.



**Figur 4.** Prøvetakingsstedene i sjøområdet utenfor Eide fyllplass. Kartet er tegnet ut fra egne opploddingar ved hjelp av et Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system.

## Sedimentprøver

Det ble tatt tre parallelle bunnprøver med en 0,1 m<sup>2</sup> stor vanVeen grabb for uttak av sediment på hvert av de tre stedene. Det ble gjort et nytt forsøk dersom grabben kom opp uten innhold. Hvis grabben var tom også etter andre forsøk, er det sannsynligvis hard bunn uten akkumulering av organisk materiale. Dersom bunnen er sterkt påvirket med kraftig lukt av hydrogensulfid og uten makrofauna, skal det etter standarden bare taes ett grabbhugg.

De tre ulike parallelle prøvene ble behandlet hver for seg med hensyn på undersøkelse av fauna og kjemisk sedimentkvalitet, mens kornfordeling ble analysert på en blandeprøve fra de tre parallelle prøvene. Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet.

For vurdering av sedimentkvalitet ble det fra hver bunnprøve tatt ut prøvemateriale for kjemiske analyser av total organisk karbon (TOC), metaller og organiske miljøgifter. 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 tilleggsplysninger for å støtte oppunder en helhetlig vurdering av resipienten.

Innholdet av metaller og miljøgifter i sedimentet ble undersøkt i hver av de tre parallelle prøvene fra de tre stasjonene. Analysene omfatter en hel rekke ulike typer miljøgifter, men bare de som hadde påviselige konsentrasjoner er ført opp resultattabellene. Hele rekken av analyseparametre til Eurofins TerrAttesT er listet i **vedleggstabell 3** bakerst i rapporten. Tinnorganiske forbindelser (som ikke inngår i TerrAttesT) ble undersøkt i en blandprøve av de tre parallellene fra hver stasjon.

## 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,  $S$ .

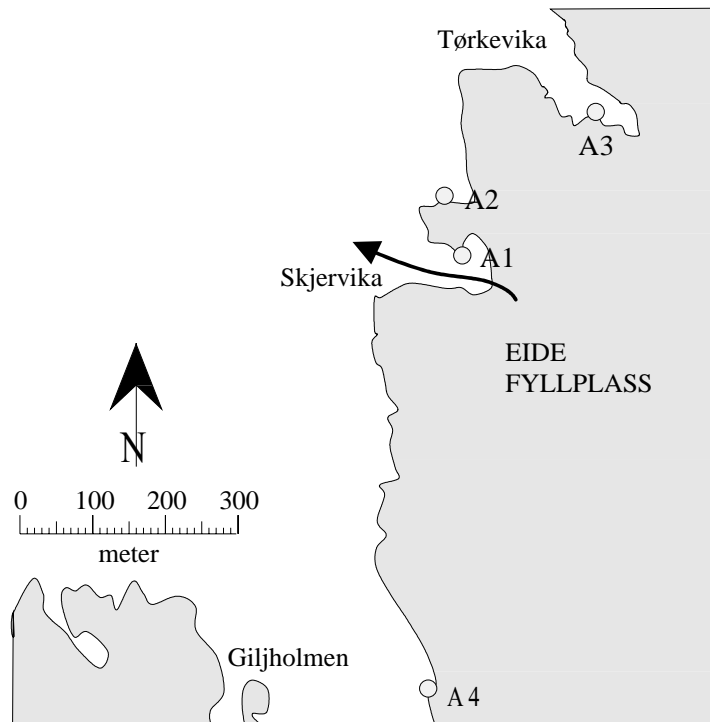
Beregningen av diversitetsindekser m. m. er minimumsanslag, da en liten andel av hver prøve ble tatt ut til analysing av kornfordeling og kjemisk analyse før prøven ble analysert for innhold av dyr. Det reelle tallet på arter og individer i prøvene kan derfor trolig være litt høyere enn det som er påvist.

## Miljøgifter i organismer

I tillegg til sedimentprøvene fra resipienten ble det samlet inn prøver av albuesnegl (*Patella vulgata*) på fire steder for analyse av metaller og organiske miljøgifter i disse. Det ble samlet inn ca 0,5 kg på hvert sted. Sneglene ble frosset ned ved hjemkost og ekspedert over natten til Eurofins Norway AS. Prøvested A1 ligger på en liten odde som stikker ut fra et utfylt område i Skjervika ca 130 m fra utslippet. Prøvested

A2 ligger på en liten holme som stikker ut like nord for lagertankene til Franzefoss gjenvinning ca 130 m fra utslippet. Prøvested A3 ligger i Tørkevika ca 250 m nordøst for Skjervika, og prøvested A4 (referansestasjonen) ligger i strandsonen ca 650 m sør for utslippet (**figur 5** og **6**). Dette tilsvarer de prøvestedene som ble undersøkt i 2000.

**Figur 5.** Område A1 - A4 for innsamling av albuesnegl til analyse av miljøgifter i organismer.



**Figur 6.** Prøvested A1 (over til venstre), A2 (over til høyre) og sted A4 (til høyre) for innsamling av 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 vanddirektiv, skal vannforekomstenes økologiske status anslås basert på en samlet vurdering av både *fysisk tilstand*, *kjemisk tilstand* (vannkvalitet) og *biologisk tilstand*.

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

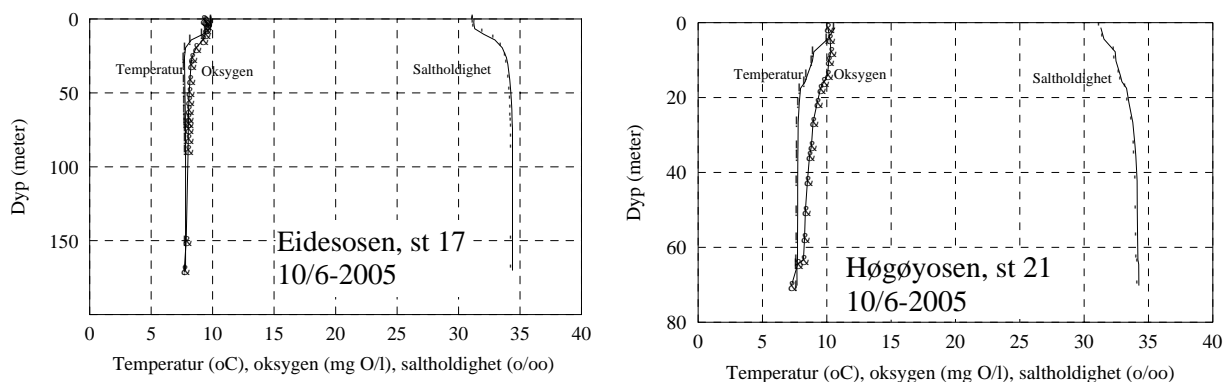
Denne skala kan for så vidt også benyttes tilsvarende for vannkvalitetsmål. Ved fastsetting av *økologisk status* er det altså innbakt hensyn til naturtilstanden også for de biologiske forhold, slik at det ikke vil være en direkte kobling til SFTs tilstandsklassifisering og EUs statusklassifisering for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

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

1=”Høy status” betyr at vannforekomsten har en økologisk status tilsvarende eller meget nær opp til naturtilstand, mens 2=”god status” avviker litt mer fra naturtilstanden.

## Sjiktningforhold

Den 10. juni ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen ved stasjon 17 i Eideosen og ved stasjon 21 i Høgøyosen. 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. Prøvene fra 150 og 170 meters dyp i Eideosen er tatt med vannhenter (**figur 7**).



**Figur 7.** Temperatur-, saltholdighets- og oksygenprofiler ved stasjon 17 i Eideosen og stasjon 21 i Høgøyosen 10. juni 2005

Det ble observert en svak sjiktning av vannmassene på de to stedene, med et noe mindre salt overflatelag i de øverste 6,5 metrene på stasjon 17 og 21 i Eideosen og Høgøyosen, et overgangslag med et saltinnhold på mellom 31,3 og 34 ned til 30 meters dyp på begge steder og saltene vann på ned mot 34,4 under dette. Dette mønsteret gjenspeiles også i temperaturprofilen, med en temperatur i overflaten på henholdsvis 10 og 10,6 på stasjon 17 og 21, der temperaturen på begge steder falt til 7,8 °C omtrent midt i mellomsjiktet. Fra 20 m dyp og nedover lå temperaturen stabilt på rundt 7,8 - 7,7 °C. Det ble ikke funnet noe oksygenvikt nedover i vannsøylen, og også dypvannet på 88 m dyp på stasjon 17 og 70 m dyp på stasjon 21 hadde et oksygeninnhold på henholdsvis 8 og 7,25 mg/l tilsvarende en oksygenmetning på henholdsvis 84 og 76 % (**figur 7**). Dette tilsvarer SFT tilstandsklasse I= "meget god". Siktedypet i vannmassene i Eideosen ble målt til 10,3 meter, tilsvarende SFT-tilstand I = "Meget god".

## Sedimentkvalitet

Sedimentet på de ulike prøvetakingsstedene er beskrevet i **tabell 2** på neste side. Fra grabbhoggene ble det 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 alle tre paralleller på hver stasjon (**tabell 2**). Sedimentet i sjøområdene utenfor Eide fyllplass hadde normale pH-verdier mellom 7,47 og 7,85 i alle parallellene, noe som viser friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som viste positive og høye verdier mellom 64 og 140, noe som viser meget gode nedbrytningsforhold, slik at sedimentet på alle disse stasjonene ble klassifisert til miljøtilstand 1 (beste) i henhold til NS 9410.



**Tabell 2.** Beskrivelse av sedimentprøvene som ble samlet inn fra sjøområdene utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005, med resultat fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensial (Eh) i sedimentoverflaten, samt vurdering i henhold til NS 9410. Ved prøvetaking var: pH i sjøvann=8,02, Eh i sjøvann=338, temperatur i sjøvann 10,2 °C.

Stasjon replikant	Stasjon 17			Stasjon 21			Stasjon 22		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Grabbvolum (liter)	12	12	12	12	12	12	5	8	8
Prøvedyp	178	189	175	78	80	75	35	50	40
Bobling i prøve	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Lukt av (H <sub>2</sub> S)	Nei	litt?	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Skjellsand				10 %	15 %	15 %	Ja	Ja	Ja
Primær Grus/stein									Ja
sediment Sand	40 %	30 %	50 %	50 %	45 %	55 %	Noe	litt	Ja
Leire/silt	60 %	70 %	50 %	40 %	40 %	30 %			
Mudder							Ja	litt	litt
Beskrivelse av prøven	Full grabb med grå og fast/mjuk luktfri, finkornet blanding av sand, silt og leire.			Full grabb med grå og mjuk luktfri, finkornet blanding av skjellsand, sand, silt og leire.			Svart og bløtt sediment med oljelukt og oljefilm. Innslag av småstein, grus, sand og skjellsand		
Surhet (pH)	7,47	7,52	7,57	7,56	7,66	7,56	7,85	7,58	7,60
Elektrodepotensial (Eh)	106	120	122	116	110	130	64	140	90
pH/Eh poeng	0	0	0	0	0	0	1	0	1
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Stasjon 17** ligger i det dypeste partiet av Eideosen. Sedimentet var her dominert av finere partikler av silt, leire og fin sand. Sedimentet var friskt, fast/mjukt og grått uten noen lukt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) i to paralleller og antydning til lukt i en parallell.

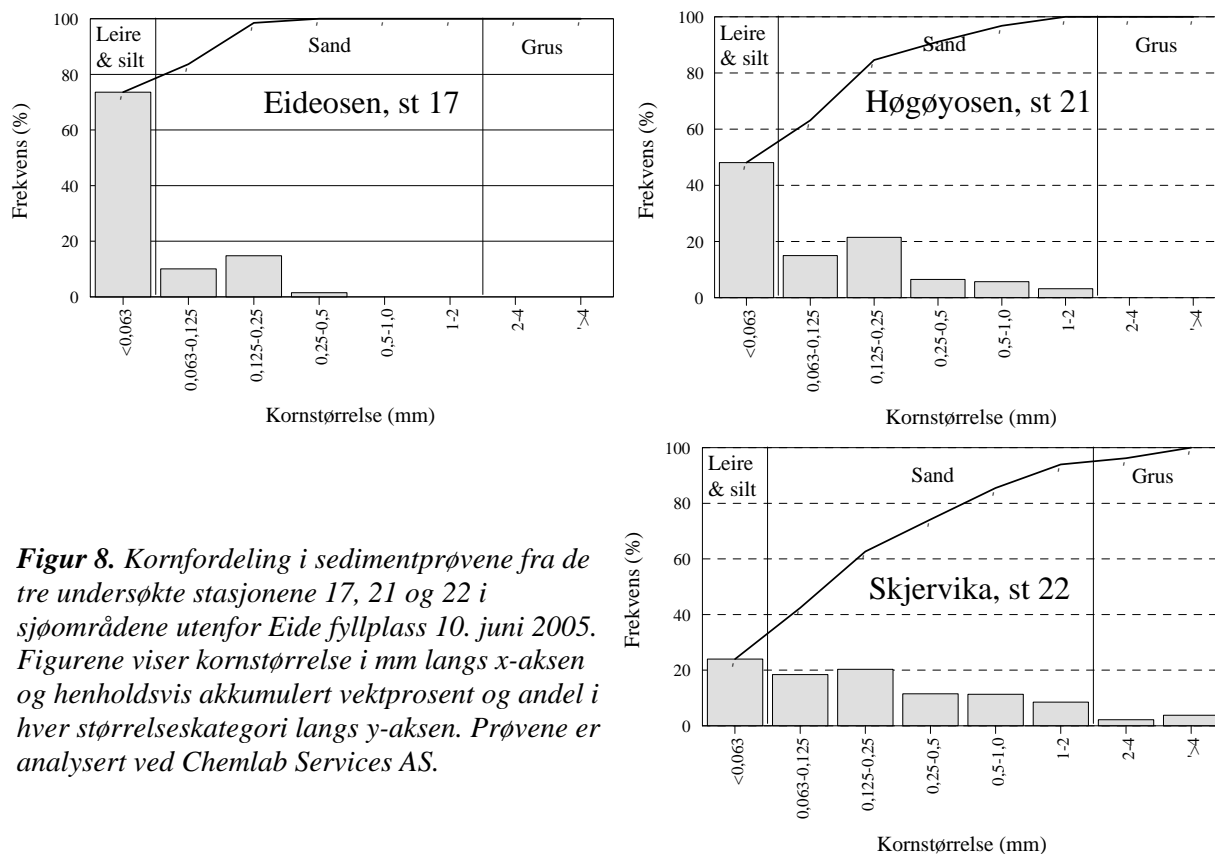
**Stasjon 21** ligger i det dypeste partiet av Høggøyosen. Sedimentet var her dominert av finere partikler av silt, leire og fin sand/sand med noe innblandet skjellsand. Sedimentet var friskt, mjukt og grått uten noen lukt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S). Sedimentet besto hovedsakelig av fin, fast og grå/gul skjellsand. Det var heller ikke her noen lukt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S).

**Stasjon 22** ligger i en skrånende bakke like ved utslippspunktet. Primærsedimentet bestod av skjellsand med innslag av grus og sand, men sedimentet i grabben var svart og bløtt med oljelukt og oljefilm på grunn av utslippene. Påvirkningen er imidlertid helt lokal, siden en av prøvene på et litt større dyp like i nærheten av utslippet, var tilnærmet fri for oljelukt og oljefilm. Sedimentet var uten noen lukt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S).

### Kornfordeling

Sedimentet var mest finkornet på stasjon 17 på det dypeste midt i Eideosen 73,6 % andel silt og leire, mens andelen sand var lav (26,4 %) (**tabell 3** og **figur 8**). Sedimentet var også relativt finkornet på stasjon 21 på det dypeste midt i Høggøyosen, men en andel silt og leire på 48,1 %, mens andelen sand var tilsvarende høyere (51,9 %). Begge disse stedene ligger i tersklete basseng der det fra naturen sin side er sedimenterende forhold.

Sedimentet var relativt grovkornet på stasjon 22 i bakken like utenfor Skjervika ved avløpet. Andelen silt og leire var lav med 24 %, og andelen sand tilsvarende høy (70 %). Prøven inneholdt også 6 % grus, noe som indikerer at det her ikke er sedimenterende forhold. Dette indikerer relativt gode strøm- og utskiftingsforhold i området ved og rundt utslippet.



**Figur 8.** Kornfordeling i sedimentprøvene fra de tre undersøkte stasjonene 17, 21 og 22 i sjøområdene utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005. Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

**Tabell 4.** Organisk innhold og kornfordeling i sedimentet på de tre undersøkte stasjonene i sjøområdene utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

Forhold	Stasjon 17	Stasjon 21	Stasjon 22
Glødetap i %	20,6	22,4	4,7
Leire & silt i %	73,6	48,1	24,0
Sand i %	26,4	51,9	70,0
Grus i %	0	0	6,0

## Kjemiske analyser

Tørrestoffinnholdet var lavt og lå mellom 30 og 40 % i alle prøvene fra stasjon 17 og 21 ved det dypeste i Eideosen og Høgøyosen. Her er det mest sedimenterende forhold, slik at prøvene inneholder en del organisk stoff. På stasjon 22 i bakken rett utenfor Skjervika ved avløpet er det i mindre grad sedimenterende forhold, og tørrestoffet var høyt og lå mellom 58 og 82 % i de tre parallellene. De relativt høye verdiene av tørrestoff skyldes at alle disse prøvene inneholdt mye mineralsk sediment som ikke tar til seg fuktighet i samme grad som organisk materiale.

Det gjennomsnittlige glødetapet var lavt på stasjon 22, dvs 3,3 %. Dette indikerer gode omsetningsforhold for organisk materiale på denne stasjonen. Det gjennomsnittlige glødetapet var tilsvarende høyt på stasjon 17 og 21, med henholdsvis 14,7 og 15,3 %, noe som indikerer dårligere omsetningsforhold på disse stasjonene (**tabell 3 og 4**).

**Tabell 4.** Sedimentanalyser fra tre parallelle prøver ved hver av de tre undersøkte stasjonene i sjøområdene utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005. Prøvene er analysert ved Eurofins Norway AS.

Forhold	Enhet	Stasjon 17			Stasjon 21			Stasjon 22		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tørrstoff	%	31,7	30,2	34,8	35,9	35,1	40,0	57,7	65,0	81,6
Glødetap	%	16,0	15,0	13,0	16,0	15,0	15,0	6,0	2,0	2,0
TOC	mg/g	64,0	60,0	52,0	64,0	60,0	60,0	24,0	8,0	8,0
Normalisert TOC	mg/g	68,0	64,8	56,8	73,3	69,3	69,3	37,7	21,7	21,7

Gjennomsnittlig innhold av normalisert TOC var henholdsvis 63,2 og 70,6 mg C/g på stasjon 17 og 21 i bassenget midt i Eideosen og Høggøyosen, noe som tilsvarer tilstandsklasse V = "Meget dårlig" (SFT 1997). Gjennomsnittlig innhold av normalisert TOC var 27,0 mg C/g i bakken rett utenfor Skjervika ved avløpet (stasjon 22), noe som tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god".

### Miljøgifter i sedimentet

Innholdet av metaller og miljøgifter i sedimentet ble undersøkt i hver av de tre parallelle prøvene fra de tre stasjonene. Resultatene er presentert i **tabell 5 (vedleggstabell 1** for enkeltresultater). Bare stoffer som hadde påviselige konsentrasjoner er ført opp.

#### Metaller

Metallinnholdet i sediment fra de ulike stasjonene var generelt lavt, men det ble påvist flest metaller med høyest konsentrasjon på stasjon 17 i Eideosen ca 1 km nord for avløpet, litt lavere nivåer på stasjon 22 i Høggøyosen ca 1 km sør for utslippet og lavest konsentrasjon av metaller på stasjon 22 ved selve utslippet (**tabell 5, vedleggstabell 1**). Dette er som forventet siden en på stasjon 17 og 21 har de mest sedimenterende forholdene. Unntaket var metallet barium (som ikke står på SFTs prioriteringsliste) som ved utslippet ble påvist i en konsentrasjon på hele 2,65 gram/kg (**tabell 5**). Metallene kobber, molybden og sink ble også funnet i høyest konsentrasjon ved utslippet, men nivåforskjellene var små mellom stasjonene.

For metallet kadmium og kvikksølv ble det funnet konsentrasjoner så vidt over bakgrunnsnivå mens konsentrasjonen av bly var ca 1,3 ganger over forventet høyest naturlig bakgrunnsnivå på stasjon 21, hvilket for disse tre metallene gir SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". På stasjon 17 ble metallet bly funnet i en konsentrasjon på 1,4 ganger bakgrunnsnivå, og på stasjon 22 ble kobber funnet i en konsentrasjon så vidt over bakgrunnsnivå, hvilket for disse tre metallene gir SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". De øvrige metallene i sedimentet på stasjon 17, 21 og 22 ble påvist i så små mengder at konsentrasjonen tilsvarer SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset".

**Tabell 5.** Miljøgifter i sediment (gjennomsnittsverdier fra tre parallelle prøver) fra hver av de tre undersøkte stasjonene i sjøområdene utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005. Mengde tinnorganiske forbindelser er fra en blandprøve av tre paralleller fra hver stasjon. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter (for enkeltresultater og undersøkte miljøgifter se **vedleggstabell 1** og **3** bakerst i rapporten). SFT- tilstanden (1997) er markert i parentes for aktuelle parametre. For miljøgifter i sediment benyttes følgende SFT tilstandsvurdering: I = ubetydlig til lite forurenset. II = moderat forurenset. III = markert forurenset. IV = sterkt forurenset. V = meget sterkt forurenset.

FORHOLD	Enhet	Stasjon 17	Stasjon 21	Stasjon 22
Arsen (As)	mg/kg	6,3 (I)	8,0 (I)	2,3 (I)
Barium (Ba)	mg/kg	123,3	400	2650
Kadmium (Cd)	mg/kg		0,3 (II)	0,2 (I)
Krom (Cr)	mg/kg	38,0 (I)	29,0 (I)	21,0 (I)
Kobolt (Co)	mg/kg	10,3	5,3	8,0
Kobber (Cu)	mg/kg	31,3 (I)	30,0 (I)	35,0 (II)
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,13 (I)	0,16 (II)	0,08 (I)
Bly (Pb)	mg/kg	41,3 (II)	37,7 (II)	8,7 (I)
Molybden (Mo)	mg/kg	0,4	1,8	2,4
Nikkel (Ni)	mg/kg	26,0 (I)	19,0 (I)	10,3 (I)
Tinn (Sn)	mg/kg			3,0
Vanadium (Vd)	mg/kg	61,3	50,7	43,0
Sink (Zn)	mg/kg	110 (I)	109,3 (I)	127,7 (I)
Phenol	mg/kg	1,3	1,4	0,53
Cresol	mg/kg	4,0	1,4	3,5
Naphtalene	mg/kg	0,04	0,03	0,02
Phenanthrene	mg/kg	0,03	0,02	0,01
Anthracene	mg/kg	0,01		0,03
Fluoranthene	mg/kg	0,06	0,05	0,03
Pyrene	mg/kg	0,04	0,04	0,04
Benzo(a)anthracene	mg/kg	0,04	0,02	0,01
Chrysene	mg/kg	0,04	0,03	0,03
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	0,18	0,15	0,06
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg	0,05	0,04	0,01
Benzo(a)pyrene	mg/kg	0,05 (II)	0,04 (II)	0,01 (I)
Dibenzo(ah)anthracene	mg/kg	0,03	0,02	
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,15	0,13	0,01
Indeno(123cd)pyrene	mg/kg	0,18	0,13	0,01
3 PAH 10 VROM	mg/kg	0,67	0,50	0,14
3 PAH 16 EPA	mg/kg	0,92 (II)	0,70 (II)	0,25 (I)
TPH (C10-C16)	mg/kg		12	238
TPH (C16-C22)	mg/kg		14	407
TPH (C22-C30)	mg/kg		9	119
TPH (C30-C40)	mg/kg	22,3	21	102
3 TPH (C10-C40)	mg/kg	22,3	56	866
Monobutyltinn (MTB)	: g/kg	2,4	4,9	6,0
Dibutyltinn (DBT)	: g/kg	4,5	9,3	20,2
Tributyltinn (TBT)	: g/kg	<1,1 (I-II)	11,4 (III)	50,2 (IV)
Tetrabutyltinn (TTBT)	: g/kg	<1,1	<1,3	<0,6
Monooctyltinn (MOT)	: g/kg	<1,1	<1,3	1,5
Diocetylenn (DOT)	: g/kg	<1,1	<1,3	2,6
Tricyclohexyltinn (TCyt)	: g/kg	<2,9	<3,4	<1,5
Triphenyltinn (TPhT)	: g/kg	<1,1	<1,3	0,6
Biphenyl	mg/kg	0,002		

## PAH-stoff

For PAH-stoffene (summen av tri- til hexasykliske forbindelser) ble det på alle tre stasjonene påvist mange forbindelser, men på stasjon 22 ved avløpet var den samlede konsentrasjonen under bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig til lite forurenset". På stasjon 21 og 17 var konsentrasjonen av PAH henholdsvis 2,3 og 3,1 ganger høyeste forventet bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset" (**tabell 5, vedleggstabell 1**). Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist på alle tre stasjonene, men i fra små til moderate mengder tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig til lite forurenset" på stasjon 22 og SFTs tilstandsklasse II= "moderat forurenset" på stasjon 17 og 21. Det ble ikke analysert særskilt på de lette PAH-oljerelaterte hydrokarbonene (naftalener, fenantrener) da disse ikke inngår i SFT sitt klassifiseringssystem.

## PCB-stoff

Det ble ikke påvist PCB-stoffer i sediment fra noen av stasjonene.

## TBT

Det ble påvist tinnorganiske forbindelser på alle tre stasjonene. På stasjon 22 like ved avløpet i Skjervika var nivået av TBT høyt, dvs 50,2 : g/kg hvilket er ca 50 ganger høyeste forventet bakgrunnsnivå, tilsvarende SFTs tilstandsklasse IV = "sterkt forurenset" (**tabell 5**). På stasjon 21 i Høgøyosen ca 1 km sør for avløpet var konsentrasjonen av TBT i sedimentet ca 11,5 ganger naturlig bakgrunnsnivå, tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset". På stasjon 17 i Eideosen ca 1 km nord for utslippet var konsentrasjonen av TBT i sedimentet lavt, dvs under grenseverdien for påvisning (<1,1 : g/kg) tilsvarende SFTs tilstandsklasse I-II= "ubetydelig til lite / moderat forurenset".

## Oljehydrokarboner

Konsentrasjonen av oljehydrokarboner (summen av upolare forbindelser) i overflatesediment var lav på stasjon 17 og 21 men forholdsvis høy på stasjon 22 nær avløpet. Middelerdien for tre replikater var 0,87 g/kg (**tabell 5**), men den innbyrdes variasjonen var forholdsvis høy på stasjonen med 2,2 g/kg i første parallell (trolig like i nærheten av avløpet) og 0,083 g/kg i andre parallell (et lite stykke fra avløpet) og 0,23 g/kg i tredje parallell (et sted mellom første og andre parallell). Det var således relativt stor variasjon innenfor korte avstander på stasjonen, noe som indikerer at denne påvirkningen er helt lokal og relativt raskt blir fortennet og spredt utover i sedimentet.

## Bunnfauna

Bunndyr i sedimentprøvene ble silt fra på 1 mm rist og analysert separat for hver av de tre parallelle prøvene på hver av de tre stasjonene, og på to av tre stasjoner ble det funnet en artsrik og normalt individrik bunnfauna (**tabell 6**).

På stasjon 17 i Eideosen ble det tilsammen registrert 1096 individer fordelt på 43 arter, og dette er relativt artsrikt. Det var imidlertid enkelte arter som dominerte tallmessig, som *Heteromastus filiformis* og *Pseudopolydora paucibranchiata*, som er forurensingsømfintlige arter. Dette fører til at verdien for jevnhet og diversitet likevel blir forholdsvis lav, hhv 0,58 og 3,12. På grunnlag av Shannon-Wieners diversitetsindeks, H', klassifiseres dermed tilstanden her som II = "god". Første parallell fra denne lokaliteten skiller seg litt ut fra de to øvrige ved at det var færre arter og lavere jevnhet og diversitet. Dette kan tyde på at faunaen er noe "flekvis" fordelt på bunnen.

På stasjon 21 ved det dypeste i Høgøyosen var sedimentet mest preget av organisk belastning. Det ble tilsammen registrert 2445 individer fordelt på 31 arter. Det var en stor dominans av børstemakken *Heteromastus filiformis* (75 % av individantallet) som er typisk i belastede områder. Også de andre artene som forekom i relativt høyt antall (bl. a. *Chaetozone setosa*) er typiske ved moderat organisk belastning. Tallmessig dominans av enkelte arter illustreres ved at verdiene for jevnhet og diversitetet kun ble beregnet til hhv 0,32 og 1,59 samlet for stasjonen, hvilket gir SFTs tilstandsklasse IV = "Dårlig".

På stasjon 22 ved avløpet like utenfor Skjervika ble det tilsammen registrert 609 individer fordelt på 31 arter, noe som er klart færre enn på st. 17, men antall individer var mer jevnt fordelt mellom artene. Dette kan tolkes som et "sunnhetstegn" for faunaen. Diversitetsindeksen var derfor høyere enn på stasjon 17 og ble beregnet til 3,92, hvilket gir SFTs tilstandsklasse II = "God". Artene som ble funnet her er likevel stort sett arter som er typiske i organisk belastede områder. Dette illustreres særlig ved relativt høy forekomst av børstemakene *Capitella capitata*, *Heteromastus filiformis* og *Chaetozone setosa*. Også her synes faunaen å være "flekkevis" fordelt på bunnen. *Heteromastus filiformis* ble registrert i stort antall i parallell 3, men den var fraværende i parallell 1. I parallell 1 var det derimot *Capitella capitata* som dominerte. For å få et best mulig bilde av bunnfaunaen på lokaliteten skal alle tre parallelle prøvene tas med i beregningen.

**Tabell 6.** Antall arter og individer av bunndyr i de tre parallelle prøvene på de tre stedene i sjøområdene utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005 samt Shannon-Wieners diversitets-indeks, jevnhet, beregnet maksimal diversitet ( $H'$ -max) og SFT-tilstandsklasse. Enkeltresultatene er presentert i **vedleggstabell 2** til rapporten. For kvaliteten på dyresamfunnet benyttes følgende SFT tilstandsvurdering: I = Meget God til V = Meget dårlig.

FORHOLD	Stasjon 17				Stasjon 21				Stasjon 22			
	1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3	3
Antall arter	19	27	33	<b>43</b>	21	18	25	<b>31</b>	14	14	21	<b>31</b>
Antall individer	275	394	427	<b>1096</b>	855	636	954	<b>2445</b>	133	62	414	<b>609</b>
Shannon-Wiener, $H'$	2,14	3,05	3,37	<b>3,12</b>	1,29	1,66	1,72	<b>1,59</b>	2,29	2,96	2,47	<b>3,92</b>
Jevnhet, J	0,50	0,64	0,67	<b>0,58</b>	0,29	0,40	0,37	<b>0,32</b>	0,60	0,78	0,56	<b>0,79</b>
$H'$ -max	4,25	4,75	5,04	<b>5,43</b>	4,39	4,17	4,64	<b>4,95</b>	3,81	3,81	4,39	<b>4,95</b>
SFT-tilstandsklasse	III	II	II	<b>II</b>	IV	IV	IV	<b>IV</b>	III	III	III	<b>II</b>

## Miljøgifter i organismer

Metallnivået i albuesnegl lå generelt sett innenfor det som er normalverdier i områder upåvirket av større punktkilder (**tabell 7**). For kvikksølv ble det imidlertid funnet et forhøyet nivå på 0,92 mg/kg på stasjon A3 i Tørkevika (jf. **figur 4**) tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset". Kadmium ble også funnet i et forhøyet nivå på stasjon A1 - A3 tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset". På stasjon A4 ble bly og kadmium funnet i en konsentrasjon tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset." Nivået av de øvrige metaller i albuesnegl var alle stedene godt under det forventede høyeste bakgrunnsnivå, slik at metallinnholdet tilsvarte SFTs tilstandsklasse I = "Ubetydelig til lite forurenset".

**Tabell 7.** Analyser av miljøgifter i blåskjell på de tre stedene langs land i sjøområdene utenfor Eide fyllplass. Blåskjell er hentet fra strandsonen nedenfor Eide fyllplass 10. juni 2005. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter. SFT- tilstanden (1997) er markert i parentes for aktuelle parametre. For miljøgifter i sediment benyttes følgende SFT tilstandsvurdering: I = Ubetydlig-lite forurenset til V = Meget sterkt forurenset.

FORHOLD	Enhet	Stasjon A1	Stasjon A2	Stasjon A3	Stasjon A4
Tørrstoff	%	19,4	19,4	17,3	21,1
Bly (Pb)	mg/kg	1,34 (I)	2,27 (I)	2,37 (I)	4,50 (II)
Kadmium (Cd)	mg/kg	5,05 (III)	10,05 (III)	9,54 (III)	4,60 (II)
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,072 (I)	0,056 (I)	0,92 (III)	0,118 (I)
Kobber (Cu)	mg/kg	9,28 (I)	6,70 (I)	7,22 (I)	8,53 (I)
Krom (Cr)	mg/kg	1,44 (I)	0,57 (I)	1,16 (I)	1,47 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	97,9 (I)	87,6 (I)	109,8 (I)	128,0 (I)
Tinn (Sn)	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fluorene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Phenanthrene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Anthracene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fluoranthene	: g/kg	<05	<05	<05	<05
Pyrene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(a)anthracene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Chrysene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(b)fluoranthene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(k)fluoranthene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(a)pyrene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dibenzo(ah)anthracene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(ghi)perylene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Indeno(123cd)pyrene	: g/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
∑ PAH 16 EPA	: g/kg	-	-	-	-
PCB 28	: g/kg	<5	<5	<5	<5
PCB 52	: g/kg	<5	<5	<5	<5
PCB 101	: g/kg	<5	<5	<5	<5
PCB 118	: g/kg	<5	<5	<5	<5
PCB 153	: g/kg	<5	<5	<5	<5
PCB 138	: g/kg	<5	<5	<5	<5
PCB 180	: g/kg	<5	<5	<5	<5
∑ PCB (7)	: g/kg	-	-	-	-

Konsentrasjonen av PAH og PCB i albuesnegl (friskvektsbasis) på stasjonene A1 - A4 var under grenseverdien for påvisning på alle de analyserte enkeltkomponentene (**tabell 7**).

## Sjøområdene og EUs vanndirektiv

I forbindelse med EUs vanndirektiv er sjøområdene vest for Sotra delt inn etter "fjordkatalogen" og Eideosen tilhører en stor åpen kystvannforekomst, mens Høgøyosen utgjør en del av den tersklede vannforekomsten knyttet til Sekkingstadosen. Resipientene til Eide fyllplass utgjør dermed mindre deler av to ulike vannforekomster.

Begge vannforekomsten der Eideosen og Høgøyosen inngår, vil i henhold til Havforskningsinstituttets nylig gjennomførte typifisering, være en *CNs2 = moderat eksponert kyst/fjord*, basert på følgende forhold:

- Økoregion Nordsjøen,
- Euhalin >30 ‰ saltholdighet
- Eksponert
- Delvis lagdelt, uten stagnerende dypvann
- Tidevann < 1m

Den undersøkte delen av sjøområdene, nær og ved utslippet fra Eide fyllplass, har i 2005 minst "**god økologisk status**", basert på de undersøkte elementer:

### **Biologiske forhold:**

Rik og lite påvirket bunnfauna ved utslippet og i Eideosen (SFT tilstand II = "god").

Påvirket bunnfauna i Høgøyosen (SFT tilstand IV = "dårlig") sannsynlig varierende naturtilstand

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

### **Kjemiske forhold:**

Fra lite til moderate mengder metaller i sedimentet alle steder (SFT tilstand I og II = "ubetydelig - lite/moderat forurenset")

Fra lite til moderate mengder PAH-miljøgifter i sedimentet alle steder (SFT tilstand I og II = "ubetydelig-lite/moderat forurenset")

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

Betydelige forekomster av TBT-miljøgifter i sedimentet på to steder (SFT tilstand III og IV = "markert/sterkt forurenset")

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

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

### **Fysiske forhold:**

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

Ingen inngrep som endrer vannstrømming, vannutskifting og temperatur eller oksygenforhold



## VURDERING AV TILSTAND OG UTVIKLING

Eide fyllplass i Fjell kommune har sitt avløp for sigevann på 30 meters dyp i en bratt bakke i sjøområdet rett utenfor Skjervika. Her er det ingen lokal terskel. Eideosen har imidlertid et eget delvis tersklet dypvannsbasseng med maksimaldyp ned mot 190 meter omtrent 1 km nord for utslippet. Terskelen ligger helt i vest, i et åpent og eksponert område, og den er så dyp at utskiftingsforholdene er relativt gode også nedover i det dypeste i Eideosen. Selve utslippet fra Eide fyllplass ligger betydelig over terskeldypet i den delen av resipienten som har svært gode strøm- og utskiftingsforhold. Høggøyosen ligger sør for Eideosen og har terskeldyp på omtrent 50 meter mot nord, og et maksimaldyp på vel 80 meter.

Det er ikke stagnerende vannmasser rundt utslippet, og det ble funnet en høy andel av sand og lav andel av silt og leire i sedimentet. Midt ute i de to tersklede resipientene Eideosen og Høggøyosen er det imidlertid sedimenterende forhold, og ved det dypeste og relativt flate områdene midt i disse bassengene, var sedimentet derfor dominert av silt og leire med en andel på hele 74 % i Eideosen og 48 % i Høggøyosen.

### Sedimentkvalitet

Sedimentet var mest finkornet med høyest andel silt og leire ved det dypeste i Eideosen, der det også er mest sedimenterende forhold. Sedimentet var også relativt finkornet i Høggøyosen, og dette er som forventet og i samsvar med tidligere undersøkelser utført i 1990, 1995 og 2000 (Johannessen m. fl. 1991, Tvedten m. fl. 1996, og Johnsen m. fl. 2001, jf. **tabell 8**). Begge disse stedene ligger i delvis tersklede basseng der det fra naturen sin side er sedimenterende forhold. På begge stasjonene ble det registrert noe grovere og mer sandholdige sedimenter ved denne undersøkelsen enn i forhold til 1990 og 1995, mens andelen silt og leire er på nivå med undersøkelsene på begge stasjonene i 2000. Det er lite trolig at denne endringen fra de to første undersøkelsene til de to siste skyldes noe annet enn nyanser i prøvetakings- og analyseteknikk mellom undersøkelsene, noe som også NIVA framhever i sin rapport (Johnsen m. fl. 2001).

Sedimentet var relativt grovkornet på stasjon 22 i bakken like utenfor Skjervika ved avløpet. Andelen silt og leire var her lavest (24 %), samtidig som prøven også inneholdt 6 % grus. Dette indikerer at det her ikke er sedimenterende forhold, men tvertimot relativt gode strøm- og utskiftingsforhold. Dette ansees som positivt med tanke på spredning og fortykning av sigevannet fra Eide fyllplass. Andelen silt og leire også på denne stasjonen er på nivå med resultatene i 2000 og vesentlig lavere enn i 1995 (**tabell 8**).

**Tabell 8.** Sammenligning av sedimentkvalitet på de tre stasjonene i sjøområdene utenfor Eide fyllplass ved de fire undersøkelsene i 1990, 1995, 2000 og 2005.

Forhold	Enhet	Stasjon 17				Stasjon 21			Stasjon 22		
		1990	1995	2000*	2005	1995	2000*	2005	1995	2000*	2005
Leire og silt	%	99	99	77	74	75	58	48	73	30	24
Sand	%	1	1	-	26	25	-	52	27	-	70
Grus	%	0	0	-	0	0	-	0	0	-	6
Glødetap	%	16,5	16,1	19	14,7	15,4	20	15,3	18,6	16	3,3
TOC	mg/g	66	64,4	44,4	58,7	61,6	57,3	61,3	74,4	89,5	13,3
Normalisert TOC	mg/g	66,2	64,6	49	63,2	66,1	65	70,6	79,3	102	27,0

\* andelen sand og grus ikke oppgitt

Tørrstoffinnholdet var lavt og lå mellom 30 og 40 % i alle prøvene ved det dypeste i Eideosen og Høgøyosen. Her er det mest sedimenterende forhold, slik at prøvene inneholder en del organisk stoff. Det gjennomsnittlige glødetapet, som er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, var tilsvarende høyt i Eideosen og i Høgøyosen, med henholdsvis 14,7 og 15,3 %, noe som indikerer dårligere omsetningsforhold på disse stasjonene. På stasjon 22 i bakken rett utenfor Skjervika ved avløpet er det i mindre grad sedimenterende forhold, og tørrstoffet var høyt og lå mellom 58 og 82 % i de tre parallellene. De relativt høye verdiene av tørrstoff skyldes at alle disse prøvene inneholdt mye mineralsk sediment som ikke tar til seg fuktighet i samme grad som organisk materiale. Det gjennomsnittlige glødetapet var lavt på stasjon 22, dvs 3,3 %. Dette indikerer gode omsetningsforhold for organisk materiale på denne stasjonen.

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. Det siste antas ikke å være tilfellet her. Resultatene avviker lite fra tidligere undersøkelser når det gjelder sedimentkvalitet på stasjon 17 og 21, og er på samme nivå som i 1990 og 1995, men noe lavere enn i 2000 (Johannessen m. fl. 1991; Tvedten m. fl. 1996; Johnsen m. fl. 2001, jf. **tabell 8**).

Glødetapet ved utslippet like utenfor Skjervika er imidlertid mye lavere enn ved de to forrige undersøkelsene i 1995 og 2000. Det er vanskelig å finne noen annen forklaring enn at det organiske innholdet i sedimentet ved utslippet ved denne undersøkelsen faktisk er vesentlig lavere enn ved de to forrige undersøkelsene, dvs at de organiske tilførslene er redusert. I følge driftssjef Hans Kåre Eide ved Sotra Renovasjon AS har det vært stopp i utslippene av oljeforurensset vann fra Franzefoss gjenvinning siden august 2004, noe som forklarer de bedre forholdene. Det høye glødetapet funnet i tidligere undersøkelser har trolig sin årsak i de oljeholdige utslippene og ikke primært at det er dårlige omsetningsforhold på dette stedet. Olje inneholder mye karbon, noe som også vil avspeile seg i et høyt glødetap i sedimentprøver inneholdende oljekomponenter (olje, og rester av boreslam og borekaks). I dette området er det også større variasjon mellom de ulike parallelle prøvene, siden de ligger i en bratt og mer heterogen skråning og også i litt ulik avstand fra utslippet.

Gjennomsnittlig innhold av normalisert TOC var henholdsvis 63,2 og 70,6 mg C/g på stasjon 17 og 21 i bassenget midt i Eideosen og Høgøyosen, noe som tilsvarer tilstandsklasse V = "meget dårlig" (SFT 1997). Gjennomsnittlig innhold av normalisert TOC var 27,0 mg C/g i bakken rett utenfor Skjervika ved avløpet (stasjon 22), noe som tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "mindre god". Ved undersøkelsen i 2000 ble det påvist et TOC-innhold som på alle tre stasjonene tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "meget dårlig". Dersom man tar utgangspunkt i IFM sine glødetapstall på de forskjellige stasjonene funnet i 1990 og 1995 og regner dette om til et normalisert TOC-innhold ut fra prøvene sin andel av silt og leire, ser man at disse verdiene også tilsvarer tilstandsklasse V = "meget dårlig" (**tabell 8**). Undersøkelser over de siste 15 årene viser at tilstanden og miljøkvaliteten i sedimentene på stasjon 17 og 21 er relativt konstant over tid og ikke under endring, men at den organiske belastningen på stasjon 22 ved avløpet har blitt redusert.

SFTs tilstandsklassifisering for organisk innhold i sedimentene er imidlertid ikke uten videre egnet til formålet. Det er vanskelig å forklare at sedimentkvaliteten skal være dårlig når de fleste andre undersøkte parametre for sedimentkvalitet og dyr også er gode, slik som f. eks på stasjon 17 og 22. I NIVA sin rapport fra 2001 påpekes også dette forholdet (Johnsen m. fl. 2001). Bassenger og fjorder med lokal beskyttelse på Vestlandet har ofte et høyt organisk innhold (Moy m. fl. 1996). Sedimentene blir karakterisert som dårligere enn det de egentlig er. I undersøkelser fra andre områder har det gjentatte ganger blitt funnet at karakteristikkene for sedimentene er dårligere enn for fauna (Kroglund m. fl. 1998). Dette samsvarer også med mange av våre resipientundersøkelser. Kvalitetskriteriene med hensyn på TOC er mer et uttrykk for mengden av organiske komponenter i miljøet, enn en generell miljøtilstand. Faunaen representerer et bedre mål for miljøtilstand i og med at artene må være tilpasset miljøet der de lever. Artsmangfoldet er en

grunnleggende parameter, men for sikker karakteristik må også artssammensetning og innslag av karakterarter vurderes.

Sedimentet på alle tre stasjonene hadde normale pH-verdier med elektrodepotensial tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen, klassifisert til beste tilstandsklasse 1 i henhold til NS 9410. Dette gjaldt også alle parallellene. Totalt sett er nedbrytingsforholdene gode, med god tilgang på oksygen alle stedene. I Høggøyosen kan det likevel tenkes at det periodevis forekommer en reduksjon i oksygeninnhold på slutten av året før bunnvannsfornyningen i de dypereliggende områder siden kvaliteten på dyresamfunnet er dårlig (jf. vurderingen av bunnfauna).

## Miljøgifter i sediment

Sedimentprøvene ble analysert for en hel rekke ulike typer miljøgifter og metaller (se **vedleggstabell 3** bakerst i rapporten).

### Metaller i sedimentet

Metallinnholdet i sediment fra de ulike stasjonene var generelt lavt, men det ble påvist flest metaller med høyest konsentrasjon på stasjon 17 i Eideosen ca 1 km nord for avløpet, litt lavere nivåer på stasjon 22 i Høggøyosen ca 1 km sør for utslippet og lavest konsentrasjon av metaller på stasjon 22 ved selve utslippet (**tabell 9**). Dette er som forventet siden en på stasjon 17 og 21 har de mest sedimenterende forholdene. Unntaket var metallet barium (som ikke står på SFTs prioriteringsliste) som ved utslippet ble påvist i en konsentrasjon på hele 2,65 gram/kg. Metallene kobber, molybden og sink ble også funnet i høyest konsentrasjon ved utslippet, men nivåforskjellene var små mellom stasjonene.

For metallet kadmium og kvikksølv ble det funnet konsentrasjoner så vidt over bakgrunnsnivå mens konsentrasjonen av bly var ca 1,3 ganger over forventet høyest naturlig bakgrunnsnivå på stasjon 21, hvilket for disse tre metallene gir SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". På stasjon 17 ble metallet bly funnet i en konsentrasjon på 1,4 ganger bakgrunnsnivå, og på stasjon 22 ble kobber funnet i en konsentrasjon så vidt over bakgrunnsnivå, hvilket for disse tre metallene gir SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". De øvrige metallene i sedimentet på stasjon 17, 21 og 22 ble påvist i så små mengder at konsentrasjonen tilsvarende SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset".

På stasjon 22 ved avløpet ble det registrert en markant nedgang i nivået av samtlige metaller siden 2000. I 2000 var sedimentet markert forurenset av kadmium og kobber (tilstand III), mens det i 2005 var lite forurenset av kadmium og moderat forurenset av kobber. Sedimentkvaliteten vil variere mye i et slikt bratt skrånende område nær en slik utslippskilde. Det er eventuell akkumulering av tilførsler i selve resipientens dypeste områder som vil være avgjørende for vurdering av miljøvirkningene av et utslipp.

På det dypeste i Eideosen på stasjon 17 er innholdet av bly mer enn halvert siden 1990. Det har også vært en nedgang i blyinnholdet på stasjon 21 på det dypeste i Høggøyosen siden 1995. For de andre metallene er variasjonene mellom de ulike undersøkelsene på stasjon 17 og 21 relativt små og ligger innenfor variasjoner som kan tilskrives naturlig variasjon, prøvetaking og analyser. Det kan konkluderes med at miljøforholdene med hensyn på konsentrasjoner av metaller på det dypeste i Eideosen og Høggøyosen ser ut til å ha vært og er relativt konstante over tid og ligger på et nivå som tilsvarende SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset" og II = "moderat forurenset".

Det har vært utført analyser av miljøgifter i sigevann siden 1987, og analyser av metall i perioden 2000 - 2005 indikerer omtrent den samme utslippsmengden av disse metallene i perioden. Selv om innholdet av metaller i sigevannet altså er betydelig, er konsentrasjonene i sedimentet rundt avløpet lavt, noe som indikerer gode utskiftings- og fortynnings- og spredningsforhold her.

**Tabell 9** Sammenligning av metallinnhold og organiske miljøgifter i sediment (PAH, PCB, TBT) ved de fire undersøkelsene i 1991, 1995, 2000 og 2005. Bare de metallene som er målt i 1991, 1995, 2000 og 2005 er tatt med i oversikten. I.p. = ikke påvist. I.m. = ikke målt.

Forhold	Enhet	Stasjon 17				Stasjon 21			Stasjon 22		
		1990	1995	2000	2005	1995	2000	2005	1995	2000	2005
Bly (Pb)	mg/kg	94,8	67,9	53,5	41,3	53,4	49,6	37,7	77,5	24,3	8,7
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,12	0,17	0,20	i.p.	0,31	0,51	0,3	0,83	1,20	0,2
Kobber (Cu)	mg/kg	37,0	29,7	34,1	31,3	26,5	37,3	30,0	122,7	171	35,0
Krom (Cr)	mg/kg	38,8	i.p.	54,0	38,0	i.p.	41,0	29,0	i.p.	48,7	21,0
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,02	0,12	0,07	0,13	0,09	0,09	0,16	0,37	0,57	0,08
Sink (Zn)	mg/kg	113	113	117	110	102	131	109,3	584	580	127,7
Tinn (Sn)	mg/kg	i.m.	1,80	22,0	i.p.	2,15	21,0	i.p.	30,4	60,0	3,0
Benzo(a)pyren	mg/kg	i.m.	i.m.	0,042	0,05	i.m.	0,052	0,04	i.m.	0,052	0,01
∑ PAH (16)	mg/kg	i.m.	i.m.	1,45	0,92	i.m.	1,11	0,70	i.m.	3,25	0,25
∑ PCB (7)	: g/kg	i.m.	3,07	2,54	i.p.	i.m.	1,78	i.p.	10,21	335,5*	i.p.
TBT	: g/kg	i.m.	i.m.	i**	<1,1	i.m.	8,0	11,4	i.m.	<10***	50,2

\*) nye prøver avkrefte dette høye nivået

\*\*\*) interferens

\*\*\*\*) høy deteksjonsgrense pga interferens

## PAH-stoffer

For PAH-stoffene (summen av tri- til hexasykliske forbindelser) ble det på alle tre stasjonene påvist mange forbindelser, men på stasjon 22 ved avløpet var den samlede konsentrasjonen under bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset". På stasjon 21 og 17 var konsentrasjonen av PAH henholdsvis 2,3 og 3,1 ganger høyeste forventet bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist på alle tre stasjonene, men i fra små til moderate mengder tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset" på stasjon 22 og SFTs tilstandsklasse II= "moderat forurenset" på stasjon 17 og 21.

PAH stoffer dannes ved alle former for forbrenning av organisk materiale, men PAH kan også stamme fra uforbrent materiale, f. eks. kull, koks og olje. Gruppen oljerelaterte forbindelser (naftalen og fenantren) utgjorde mellom 7 og 10 % på de tre stasjonene, mens gruppen forbrenningsrelaterte forbindelser utgjorde resten. Henholdsvis 74 %, 70 % og 44 % av de forbrenningsrelaterte forbindelsene på stasjon 17, 21 og 22 tilhører gruppen av sannsynlige eller mulige carsinogener KPAH (IARC 1987).

Undersøkelsene i 2000 påviste høyere konsentrasjoner av ∑ PAH (16) på alle tre stasjonene (**tabell 9**, Johnsen m. fl. 2001). Siden 2000 var konsentrasjoner av ∑ PAH (16) falt med 37 % på stasjon 17 og 21 og hele 92 % på stasjon 22 ved avløpet, men her kan det som tidligere nevnt være flere årsaker til et slikt resultat. Nivået av benzo(a)pyren (modellforbindelse for de potensielt kreftfremkallende PAH-komponentene) var litt høyere på stasjon 17 og litt lavere på stasjon 22 enn i 2000. Endringene er ikke større enn at sedimentet på begge stasjoner får tildelt samme miljøtilstandsklasse, dvs tilstand II= "moderat forurenset". Situasjonen for denne forbindelsen er således tilnærmet uforandret mellom disse undersøkelsene. Nivået av benzo(a)pyren på stasjon 22 like ved utslippet var vesentlig lavere enn i 2000. Nivået den gang tilsvarte SFT tilstanden III= "Markert forurenset" mens nivået i år tilsvarte SFTs tilstandsklasse I= "Ubetydelig-lite forurenset". Det samme gjelder for konsentrasjonen av ∑ PAH (16).

Sigevannsmålinger av PAH i sigevannet viser tilnærmet et konstant og jamt lavt nivå siden 2000.

## PCB

Det ble ikke påvist PCB-stoffer over deteksjonsnivå i sedimentet fra de tre stasjonene (**tabell 9**). I NIVA sin undersøkelse ble det funnet lave nivåer av  $\Sigma$  PCB (7) på stasjon 17 og 21 på henholdsvis 2,54 og 1,78 : g/kg tilsvarende SFTs tilstandsklasse I= "Ubetydelig-lite forurenset" (Johnsen m. fl. 2001). Omtrent det samme nivået ble funnet på stasjon 17 i 1995 som i 2000, dvs 3,07 : g/kg (Tvedten m. fl. 1996). På stasjon 22 nær avløpet ble det i 2000 funnet et nivå av  $\Sigma$  PCB (7) på hele 335,5 : g/kg tilsvarende SFT tilstandsklasse V= "Meget sterkt forurenset" Nye undersøkelser samme sted avkreftet imidlertid dette. PCB forekommer i små mengder i sedimentet, og situasjonen er dermed tilnærmet uforandret når det gjelder PCB i sediment på de tre stasjonene i forhold til tidligere undersøkelser.

## TBT

Det ble påvist tinnorganiske forbindelser på alle tre stasjonene. Ved avløpet i Skjervika var nivået av TBT omtrent 50 ganger høyere enn forventet bakgrunnsnivå, tilsvarende SFTs tilstandsklasse IV = "sterkt forurenset". I Høgøyosen var konsentrasjonen av TBT i sedimentet omtrent 11 ganger over bakgrunnsnivå, tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset". I Eideosen nord for utslippet var konsentrasjonen av TBT i sedimentet lav, dvs under grenseverdien for påvisning (<1,1 : g/kg) tilsvarende SFTs tilstandsklasse I-II= "ubetydelig-lite / moderat forurenset".

I NIVA sin undersøkelse i 2000 ble det funnet et middels høyt nivå av TBT på stasjon 21, dvs 8,0 : g/kg tilsvarende SFTs tilstandsklasse III= "Markert forurenset" (**tabell 9**). Det ble funnet et litt høyere nivå i år på samme stasjon, men mengden ligger fortsatt innenfor SFTs tilstandsklasse III. På grunn av interferens ble ikke nivået av TBT på stasjon 17 og 22 bestemt i 2000, men det vises til at nivået av TBT på stasjon 22 nær avløpet var under 10 : g/kg, dvs at nivået ikke var høyere enn SFTs tilstandsklasse III= "Markert forurenset". TBT inngår ikke i overvåkingsprogrammet for analyse av sigevann.

TBT har ikke blitt produsert i Norge, men produkter basert på tinnorganiske forbindelser produseres her i landet. Forbindelsene inngår i produkter som tidligere ble benyttet som bunnstoff (som nå er forbudt), i treimpregneringsmidler, samt i mindre grad i produkter som trebeis og tremaling, desinfeksjonsmidler, konserveringsmidler og rengjøringsmidler. Forbindelsene opptrer i forhøyede konsentrasjoner i vann og sediment nær skipsverft, marinaer og trafikkerte havner og skipsleier. De relativt høye mengdene av TBT på stasjon 21 i Høgøyosen kan forklares ut fra at NIVA sine strømmålinger viste at nettostrømretningen har en sørlig hovedkomponent i alle dyp (5 - 30 m, Johnsen m. fl. 2001), og at TBT således har blitt transportert dit. Den høye TBT konsentrasjonen nær avløpet indikerer at kilden er sigevannsutslippet, og at kilden til lekkasje av TBT til sigevannet ligger i fyllingen og/eller de tilknyttede virksomhetene. I følge opplysninger fra driftsleder Hans Kåre Eide har Eide fyllplass ikke tatt imot sandblåsingssand (fra båter) de siste 10 årene, mens de tidligere mottok en del.

## Oljehydrokarboner

Analyse av THC er en kvantifisering av totalmengden oljehydrokarboner som avgrenses av ulike kokepunktområder og omfatter kun de upolare forbindelsene i prøvematerialet. Konsentrasjonen av oljehydrokarboner i overflatesediment var lav på stasjon 17 og 21 men forholdsvis høy på stasjon 22 nær avløpet/utslippskilden. Middelerdien for tre replikater var 0,87 g/kg, men den innbyrdes variasjonen var forholdsvis høy på stasjonen med 2,2 g/kg i første parallell (trolig like i nærheten av avløpet) og 0,083 g/kg i andre parallell (et lite stykke fra avløpet) og 0,23 g/kg i tredje parallell (et sted mellom første og andre parallell). Det var således relativt stor variasjon innenfor korte avstander på stasjonen, noe som indikerer at denne påvirkningen er helt lokal og relativt rakst blir fortennet og spredt utover i sedimentet. Kilden til

disse utslippene kan stamme fra mellomlagret borekaks, toppdekke av termisk behandlet borekaks, utslipp fra prosessering av borekaks eller fra gammel olje lagret i fyllingen (Johnsen m. fl. 2001).

Ved undersøkelsen i 2000 ble det analysert på den totale forekomsten av PAH på alle tre stasjonene, som også inkluderer forekomsten av de lette PAH-oljerelaterte hydrokarbonene (naftalener, fenantrener). Ved undersøkelsen i 1995 ble det bare analysert på lette oljehydrokarboner på stasjon 17 og 22, og det ble analysert på våtvekt. NIVA sin vurdering av 1995 resultatene er at 1995 nivået var høyere på stasjon 22 ved avløpet enn i 2000 da NIVA fant et NPD innhold (naftalener, fenantrener) på 7,5 mg/kg. På stasjon 17 var NIVA sin vurdering at mengden oljerelaterte hydrokarboner hadde økt siden 1995. I 2000 ble det funnet et NPD innhold på 6,7 mg/kg.

Ved denne undersøkelsen ble de PAH-oljerelaterte hydrokarbonene ikke analysert spesielt. I stedet ble det undersøkt på total forekomst av oljehydrokarboner. På stasjon 17 i Eideosen og 21 i Høggøyosen var nivået av THC lavt, dvs henholdsvis 22,3 og 56 mg/kg, og påvirkningen fra utslippet er således moderat i resipienten. Konsentrasjoner på 1100-1200 mg/kg anses å overskride et akseptabelt nivå og toleransegrensen for enkelte bunnlevende organismer (Konieczny & Juliussen 1994), men nivåene på stasjon 17 og 21 i resipienten ligger langt under dette.

Målinger av hydrokarboner i sigevannet viser tilnærmet et konstant og jamt nivå siden 2000.

### Oppsummering miljøgifter

Alle forhold tilsier at det er god vannutskifting rundt utslippet, noe som resulterer i at konsentrasjonen av metaller og organiske miljøgifter relativt raskt fortynnes og spres videre utover mot det dypeste i resipienten. Dette skulle tilsi et relativt lavt nivå av disse stoffene i sedimentet rundt selve utslippskilden og et noe høyere nivå i områder med sedimenterende forhold og finkornet sediment midt ute i resipienten. Med omsyn til innhold av de fleste metaller og PAH, så stemmer disse antakelsene relativt godt med de faktiske resultatene. De samme forholdene ble også funnet ved en resipientundersøkelse utenfor avfallsdeponiet ved Vedvika i Vågsøy kommune våren 2004 (Tveranger & Johnsen 2004) og i Stokksundet i Fitjar kommune sommeren 2004 (Tveranger mfl. 2005). Der var også konsentrasjonen av disse stoffene lavere ved utslippspunktet der det er god utskifting enn ute i resipienten der det er mer stillestående og sedimenterende forhold. Unntaket her ved avløpet i Skjervika var innholdet av TBT og THC som ble funnet i en betydelig høyere konsentrasjon nær utslippet.

## Bunnfauna

Bløtbunnsfauna ble samlet inn på de samme tre stedene som ved tidligere undersøkelser, og resultatene av disse og tidligere undersøkelser er oppsummert i **tabell 10**.

På stasjon 17 i Eideosen ble det tilsammen registrert 1096 individer fordelt på 43 arter, og dette er relativt artsrikt. Det var imidlertid enkelte arter som dominerte tallmessig, som *Heteromastus filiformis* og *Pseudopolydora paucibranchiata*, som er forurensingsømfintlige arter. Dette fører til at verdien for jevnhet og diversitet likevel blir forholdsvis lav, hhv 0,58 og 3,12. På grunnlag av Shannon-Wieners diversitetsindeks, H', klassifiseres dermed tilstanden her som II = "God". Ved alle de tidligere undersøkelsene har børstemakken *Heteromastus filiformis* dominert i prøvene. Det samme gjelder børstemakken *Pseudopolydora paucibranchiata* i 1990, 2000 og 2005. Innslaget av noen arter som er karakteristiske for uforurensede dype fjordbunner (som muslingene *Thyasira* og *Yoldiella*) så ut til å ha økt noe i tetthet i forhold til undersøkelsene i 1995 og 2000. I Eideosen (stasjon 17) var faunaen noe mer artsfattig enn i 2000, men diversiteten hadde økt på grunn av jevnere fordeling mellom artene (**tabell 10**).

Eideosen er en resipient som har svingt mellom tilstand II og IV med hensyn på kvaliteten av dyresamfunnet (**tabell 10**). Variasjonene i artsmangfold og diversitet her skyldes sannsynligvis i all hovedsak naturlig variasjon i miljøforhold og tilførsler av organisk stoff til i Eideosen, og dette systemet lever trolig sitt eget liv tilnærmet uavhengig av utslippene fra Eide fyllplass. Det er først og fremst eksterne organiske tilførsler til miljøet som påvirker belastningen i de dypere områdene i Eideosen.

**Tabell 10.** Sammenligning av bunndyrsundersøkelsene i 1990, 1995, 2000 og 2005. Ved undersøkelsen i 1990 og 1995 ble det benyttet en 0,2 m<sup>2</sup> grabb, mens det i 2000 og 2005 er benyttet en 0,1 m<sup>2</sup> grabb. Det er tatt 5 paralleller i 1990 og 1995, 4 paralleller i 2000 og 3 paralleller i 2005.

Forhold	Stasjon 17				Stasjon 21		Stasjon 22		
	1990	1995	2000	2005	1995	2005	1995	2000	2005
Antall individer	2562	967	1657	1096	1417	2445	11400*	1843	609
Individtetthet pr m <sup>2</sup>	2562	967	4143	3653	1417	8150	19000	4608	2030
Antall arter	53	32	60	43	56	31	21	10	31
Shannon-Wiener, H'	3,00	1,65	2,6	3,12	4,01	1,59	0,09	0,4	3,92
Jevnhet, J	0,52	0,33	0,44	0,58	0,69	0,32	0,02	0,12	0,79
H'-max	5,73	5,00	5,90	5,43	5,81	4,95	4,39	3,32	4,95
SFT-tilstandsklasse	III	IV	III	II	I	IV	V	V	II

\* 3 paralleller

På stasjon 21 ved det dypeste i Høggøyosen var bunndyrsfaunaen dominert av arter som tåler organisk belastning, og børstemakken *Heteromastus filiformis* utgjør 75 % av individantallet. Verdiene for jevnhet og diversitet gir SFTs tilstandsklasse IV = "dårlig". Dyresamfunnet i Høggøyosen har bare vært undersøkt en gang tidligere, og det var i 1995. Da ble det funnet 1417 individer fordelt på 56 arter, og diversiteten ble beregnet til 4,01, hvilket gir SFTs tilstandsklasse I = "meget god" (**tabell 10**). Siden den tid har det altså skjedd en forskyvning i retning et dyresamfunn typisk ved organisk påvirkning, dvs et mer forurensingstolerant dyresamfunn bestående av færre arter, et større antall individer der noen få arter dominerer. Siden individtettheten hadde økt kraftig indikerer dette økte organiske tilførsler til bassenget og en økt belastning i det dypeste i Høggøyosen. Det er grunn til å tro at Høggøyosen også er utsatt for naturlige variasjoner i faunaen slik som Eideosen uavhengig av utslippene fra Eide fyllplass. Dette skyldes sannsynligvis også, som tidligere påpekt, naturlige svingninger i de organiske tilførslene til resipienten.

På stasjon 22 ved avløpet like utenfor Skjervika, er forholdene annerledes, med større variasjon mellom prøvene og klart færre arter og individer enn i Eideosens dypeste, men antall individer var mer jevnt fordelt mellom artene. Dette kan tolkes som et "sunnhetstegn" for faunaen. Diversitetsindeksen var derfor høyere enn på stasjon 17 og ble beregnet til 3,92, hvilket gir SFTs tilstandsklasse II = "god". Artene som ble funnet her er likevel stort sett arter som er typiske i organisk belastede områder. Her synes faunaen å være mer "flekvis" fordelt på bunnen.

Det ble funnet flere arter, men færre individer ved denne undersøkelsen enn ved undersøkelsene i 1995 og 2000 (**tabell 10**). Dette indikerer at den stimulerende effekten av næringstilførslene har avtatt, noe som kan skyldes at det har vært en reduksjon i de faktiske tilførslene siden august 2004 fra Franzefoss gjenvinning. Målinger av organisk stoff i sigevannet viser imidlertid en viss økning siden forrige undersøkelse i 2000, men effekten av dette er mindre enn effekten av de reduserte utslippene fra Franzefoss gjenvinning det siset året.

Ved undersøkelsen i 1995 og 2000 var det en total dominans av børstemakken *Capitella capitata*, som utgjorde henholdsvis 99,1 og 95,8 % av individantallet. Ved denne undersøkelsen utgjorde *Capitella capitata* bare 12,9 % av individantallet. Denne arten er svært forurensingstolerant og er vanlig å finne i

et høyt antall i områder som er forurenset, som f. eks ved kloakkutslipp og ved oppdrettsanlegg. På grunn av den totale dominansen av *Capitella capitata* i 1995 og 2000 ble diversiteten svært lav, og miljøtilstanden ble klassifisert som tilstand V = "Meget sterkt forurenset". Det må imidlertid understrekes at denne påvirkningen er helt lokal og begrenser seg til selve utslippet og nærområdet rundt.

Ved denne undersøkelsen ble det på grunn av et høyere antall arter, færre antall individer og jevnere fordeling mellom artene beregnet en miljøtilstand som tilsier gode miljøforhold (tilstand II). Flere av artene er imidlertid typiske ved organisk belastning, slik at diversitet således ikke blir helt egnet til å angi riktig miljøtilstand. Grabbingen avdekket også relativt store variasjoner i sedimentkvalitet over korte avstander på stasjonen, noe som også bidro til en litt ujevn fordeling av de mindre og mest forurensettolerante artene i parallellene (jf. **vedleggstabell 2**). Det er alt i alt relativt dårlige miljøforhold her, siden prøvene er tatt rett ved utslippet, men miljøforholdene ser ut til å ha blitt bedre siden forrige undersøkelsen i 2000, sannsynligvis siden belastningen er redusert. Dette understrekes også ved at glødetapet og dermed det organiske innholdet var kraftig redusert i forhold til tidligere undersøkelser. Disse forhold er omtalt tidligere i rapporten.

## Miljøgifter i organismer

Det ble samlet inn prøver av albuesnegl (*Patella vulgata*) på fire steder i strandsonen nedenfor Eide fyllplass i en avstand på ca 130 - 650 m fra utslippet, og generelt lå metallnivået i albuesnegl generelt sett innenfor det som er normalverdier i områder upåvirket av større punktkilder, og tilsvarte de verdier som ble funnet av NIVA i 2000 (Johnsen m. fl. 2001). For kvikksølv ble det imidlertid funnet et forhøyet nivå på 0,92 mg/kg på stasjon A3 i Tørkevika tilsvarende SFTs tilstandsklasse III= "Markert forurenset". Dette kan bero på en tilfeldighet all den tid kvikksølvinnholdet var lavere på stasjon A1 og A2, som ligger helt inntil strandsonen til fyllplassen, og således nærmere kilden.

Kadmium ble også funnet i noe høyt nivå på stasjon A1 - A3 tilsvarende SFTs tilstandsklasse III= "markert forurenset", omtrent det samme nivået som NIVA fant i 2000. Dette metallet er helt vanlig å finne i noe forhøyete bakgrunnskonsentrasjoner i levende organismer uten at dette er relatert til spesielle punktkilder. På stasjon A4 ble bly funnet i en konsentrasjon tilsvarende SFTs tilstandsklasse II= "moderat forurenset." Nivået av de øvrige metaller i albuesnegl var alle stedene godt under det forventede høyeste bakgrunnsnivå, slik at metallinnholdet tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig til lite forurenset".

Konsentrasjonen av PAH og PCB i albuesnegl (friskvektsbasis) på stasjonene A1 - A4 var under grenseverdien for påvisning på alle de analyserte enkeltkomponentene. I 2000 fant NIVA også lave konsentrasjoner av PAH og PCB i albuesnegl. Det ble også påvist et lavt innhold av TBT i albuesnegl.

Eurofins Norway AS sin grenseverdi for påvisning av PCB i biologisk materiale er på 5 : g/kg friskvekt, og på stasjonene A1 - A4 var nivået i albuesnegl for hver av de syv analyserte PCB-enkeltkomponentene på hver stasjon under dette. I SFT sitt klassifiseringssystem benyttes en grenseverdi for 3 PCB (7) på < 4 : g/kg som høyeste naturlige bakgrunnsnivå. Siden grenseverdien for påvisning av enkeltkomponenter av PCB er så høyt, kan det teoretisk tenkes at hver komponent på en stasjon kan forekomme i en konsentrasjon på 4 : g/kg, og at den samlede konsentrasjonen av 3 PCB (7) teoretisk kan være 28 : g/kg i en prøve uten at dette blir påvist, noe som ville ha tilsvart SFT tilstandsklasse III = "Markert forurenset". Dette er imidlertid nokså usannsynlig all den tid man ikke i noen av de fire prøvene fant noen enkeltkomponent som var over en konsentrasjon på 5 : g/kg.

Det mest sannsynlige er at nivået av 3 PCB (7) ligger på et nivå tilsvarende det som NIVA fant i sin undersøkelse i 2000. Da ble det påvist et PCB nivå på 0,42 : g/kg eller under på de samme fire stasjonene. At nivået av PCB trolig ikke er høyere enn dette på de fire stasjonene kan også begrunnes ut fra at det ikke ble påvist PCB i sedimentene på stasjon 22 ved avløpet like utenfor Skjervika. Det er således ikke påvist



noe kilde for slike utslipp i resipienten, og da er det heller ikke sannsynlig å finne noen påvirkning på albuesnegl i strandsonen ved A1 - A4 utover bakgrunnskonsentrasjoner.

Det kan ikke dokumenteres noen negativ effekt av driften fra Eide fyllplass på nivået av miljøgifter i albuesnegl fra fire steder utenfor Eide fyllplass. Dette underbygger konklusjonen i miljørisikovurderingen (Systad 2004), der det er påvist at det er god kontroll på utslippet av sigevann fra deponiet.

## Konklusjon

Undersøkelsen i juni 2005 viste at sedimentene i sjøområdene utenfor Eide fyllplass er moderat til lite påvirket av utslippet fra Eide fyllplass for de fleste undersøkte miljøparametre. Sedimentkvaliteten ved de dypeste punktene i resipientene var i all hovedsak som forventet i forhold til naturtilstand, og bunnfaunaen var relativt rik og mangfoldig ved utslippet og i Eideosen (SFTs tilstandsklasse II= "god"). I Høgøyosen ble det registrert endring i miljøforhold for bløtbunnsfaunaen (SFTs tilstandsklasse IV= "dårlig"), men begge disse resipientene har sannsynligvis varierende miljøforhold mellom år grunnet store forskjeller i naturlige tilførsler av organisk stoff. Variasjonen mellom de parallelle prøvene var større ved selve utslippet, og her synes forholdene å ha blitt noe bedre siden forrige undersøkelse i 2000.

På alle tre stasjonene ble det i sedimentene registrert en nedgang i påviste mengder metaller og PAH-stoffer siden forrige undersøkelse i 2000. Mengdene var fra små til moderate og tilsvart SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig- lite forurenset" eller II="moderat forurenset". I Eideosen og Høgøyosen er miljøpåvirkningen av metaller og PAH omtrent uforandret siden undersøkelsene startet opp i 1990 og 1995, mens miljøforholdene ved utslippet i Skjervika var blitt bedre siden 1995.

Av andre miljøgifter ble det ikke påvist PCB-stoffer over deteksjonsnivå i sedimentene fra de tre stasjonene. I 1995 og 2000 ble det også påvist lave PCB-verdier. Det ble påvist tinnorganiske forbindelser på alle tre stasjonene der nivået trolig var høyere enn i 2000. På stasjon 22 like ved avløpet i Skjervika og på stasjon 21 i Høgøyosen var nivået av TBT høyt, mens det i Eideosen var betydelig lavere.

Generelt lå metallnivået og innholdet av miljøgifter i albuesnegl på fire stasjoner i strandsonen ved Eide fyllplass innenfor det som er normalverdier i områder upåvirket av større punktkilder. Ved undersøkelsen i 2000 fant NIVA også lave konsentrasjoner av miljøgifter i albuesnegl.

## REFERANSER

### **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., Ø. TVEDTEN & H.B. BOTNEN 1991.**

Resipientundersøkelse ved Eide boss plass i Fjell kommune.

Institutt for fiskeri- og marinbiologi, rapport 22-1991, 34 sider

### **JOHNSEN, T., E.R. LØMSLAND, J. MOLVÆR, E. OUG & A. SUNDFJORD 2001.**

Resipientundersøkelse ved Eide avfalls plass.

NIVA-rapport 4413, ISBN 82-577-4055-1, 54 sider

### **KONIECZNY, R. & A. JULIUSSEN 1994**

Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 1. Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik-Kragerø

*NIVA-rapport 587 (O-93177), 185 sider*

### **KROGLUND, T., E. DAHL & E. OUG 1998.**

Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna

NIVA-rapport 3908, 58 sider

### **MOY, F.E., S. FREDRIKSEN, J. GJØSÆTER, S. HJOLMAN, T. JACOBSEN, T. JOHANNESSEN, T.E. LEIN, E. OUG & Ø.F. TVEDTEN 1996.**

Utredning om benthos-samfunnene på kyststrekningen Fulehuk - Stadt.

NIVA-rapport 3551, 84 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.

### **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.*

**SYSTAD, H. 2004**

Eide fyllplass. Revidert søknad om oppgradering av tillatelse iht. deponiforskriften  
*NOTEBY AS. Oppdragsnr. 610006, rapportnr. 1, 26 sider ekskl. vedlegg*

**TVEDTEN, Ø.F., O. GRAHL-NIELSEN, H.B. BOTNEN & P.J. JOHANNESSEN 1996.**

Miljøundersøkelse ved Eide avfallsplass, Fjell kommune.  
Institutt for fiskeri- og marinbiologi, rapport 14-1996, ISSN 0803-1924, 60 sider

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

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

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

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

## VEDLEGGSTABELLER

**Vedleggstabell 1.** Oversikt over miljøgifter i sediment fra de tre parallelle prøvene fra hver av de tre undersøkte stedene i sjøområdene utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter, jf. vedleggstabell 3.

FORHOLD	Enhet	Stasjon 17			Stasjon 21			Stasjon 22		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Arsen (As)	mg/kg	8	6	5	9	8	7	7		
Barium (Ba)	mg/kg	120	140	110	530	380	290	4700	750	2500
Kadmium (Cd)	mg/kg				0,4	0,4		0,5		
Krom (Cr)	mg/kg	40	39	35	32	29	26	28	11	24
Kobolt (Co)	mg/kg	8	8	7	6	5	5	10	4	10
Kobber (Cu)	mg/kg	31	35	28	33	31	26	68	9	28
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,13	0,14	0,12	0,17	0,16	0,15	0,17		0,06
Bly (Pb)	mg/kg	43	45	36	41	39	33	12	8	6
Molybden (Mo)	mg/kg	1,2			2,0	1,9	1,5	4,6		2,5
Nikkel (Ni)	mg/kg	28	27	23	21	19	17	13	6	12
Tinn (Sn)	mg/kg							9		
Vanadium (Vd)	mg/kg	43	66	55	54	51	47	59	20	50
Sink (Zn)	mg/kg	110	120	100	120	110	98	220	63	100
Phenol	mg/kg	0,98	1,6	1,4	1,6	1,5	1,2	1,1	0,49	0,01
Cresol	mg/kg	2,9	7,7	1,3	1,7	0,99	1,5	9,2	1,2	0,01
Naphtalene	mg/kg	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
Phenanthrene	mg/kg	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	
Anthracene	mg/kg		0,03							
Fluoranthene	mg/kg	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	
Pyrene	mg/kg	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,08	0,04	0,01
Benzo(a)anthracene	mg/kg	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	
Chrysene	mg/kg	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,06	0,02	
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	0,21	0,19	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,03	0,02
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04		0,01	0,02
Benzo(a)pyrene	mg/kg	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	
Dibenzo(ah)anthracene	mg/kg	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02			
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,18	0,18	0,14	0,14	0,13	0,12	0,02	0,02	
Indeno(123cd)pyrene	mg/kg	0,19	0,18	0,16	0,14	0,14	0,12		0,02	
∑ PAH 10 VROM	mg/kg	0,69	0,72	0,59	0,53	0,50	0,46	0,19	0,19	0,03
∑ PAH 16 EPA	mg/kg	0,98	0,99	0,80	0,74	0,72	0,65	0,41	0,27	0,06
TPH (C10-C16)	mg/kg				23	14		640	13	60
TPH (C16-C22)	mg/kg				17	14	11	1100	25	95
TPH (C22-C30)	mg/kg				15	12		300	17	40
TPH (C30-C40)	mg/kg	28	21	18	26	21	15	240	28	37
∑ TPH (C10-C40)	mg/kg	28	21	18	81	60	26	2200	83	230
Biphenyl	mg/kg		0,005							

**Vedleggstabell 2.** Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i de tre parallellene fra de tre stasjonene i sjøområdene utenfor Eide fyllplass 10. juni 2005. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m<sup>2</sup> stor van Veen Grabb, og prøvetakingen dekker dermed et samlet bunnareal på 0,3 m<sup>2</sup> på hver stasjon. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

	STASJON 17				STASJON 21				STASJON 3			
	1	2	3	SUM	1	2	3	SUM	1	2	3	SUM
<b>ANTHOZOA- nesledyr</b>												
Edwardsia sp.					1		1	2		3		3
Cerianthus loydii						1		1		1	1	2
<b>NEMERTINEA - flatmakk</b>												
Nemertinea spp.	10	55	37	102	34	41	68	143		1	2	3
<b>OLIGOCHAETA - fåbørstemakk</b>												
Oligochaeta sp.									1			1
<b>POLYCHAETA - flerbørstemakk</b>												
Harmothoe sp.	1	3	4	8	3	1	1	5			1	1
Pholoe inornata					1		3	4	1		3	4
Anaitides mucosa									6			6
Eumida bahusiensis							2	2				
Eteone longa	1			1		1		1	12		3	15
Glycera alba	1		1	2	3	12	8	23			3	3
Glycera lapidum					1			1				
Goniada maculata						1		1		2		2
Ophiodromus flexuosus					1		1	2				
Hesionida sp.			1	1	2		4	6			1	1
Typosyllis sp.					2		3	5			3	3
Exogone verugera		11	15	26								
Synelmi klatti		1		1								
Cerathocephale loveni		16	6	22								
Protodorvillea kefersteini									17		2	19
Paramphinome jeffreysii		12	16	28		10	3	13				
Apistobanchus tullbergi			2	2								
Lumbrineris sp.		1	1	2						1	5	6
Aricidea catherinae	2	9	6	17								
Levinsenia gracilis		2	8	10								
Prionospio malmgreni	4	3	6	13	4	3	5	12				
Prionospio cirrifer	4	2	3	9		4	2	6	1	3	7	11
Spiophanes krøyerii	1	3	5	9	1			1				
Polydora caeca											1	1
Pseudopolydora paucibranchiata	60	45	30	135	5	4	20	29				
Spiochaetopterus typicus		1		1								
Chaetopterus variopedatus			2	2								
Chaetozone setosa	20	14	37	71	69	53	85	207	8	20	100	128
Cossura longocirrata	1			1								
Tharyx sp.									4	1		5
Cirratulus cirratus											35	35
Diplocirrus glaucus		4	2	6	3	1	4	8				
Scalibregma inflatum					16	12	7	35		2	14	16
Ophelina acuminata			1	1								
Ophelina modesta	5	2		7								
Heteromastus filiformis	155	166	175	496	686	456	690	1841	6	194		200
Notomastus latericeus									5	9		14

Capitella capitata									75		3	<b>78</b>	
Myriochele oculata		9	6	<b>15</b>	13	10	17	<b>40</b>		1		<b>1</b>	
Owenia fusiformis			1	<b>1</b>			1	<b>1</b>					
Praxillella affinis			3	<b>3</b>									
Rhodine loveni		2	1	<b>3</b>									
Pectinaria koreni		1		<b>1</b>	3	6	7	<b>16</b>					
Ampharete falcata									3			<b>3</b>	
Melinna cristata			3	<b>3</b>									
Terebellides stroemi		1	3	<b>4</b>									
Amphitrite cirrata		1		<b>1</b>									
Polycirrus plumosus					1		3	<b>4</b>					
Chone duneri			1	<b>1</b>									
Jasmineira caudata						1		<b>1</b>	1		1	<b>2</b>	
<b>MOLLUSCA - bløtdyr</b>													
Chaetoderma sp.		1	3	1	<b>5</b>								
Nucula nitidosa				4	<b>4</b>								
Nuculana minuta				1	<b>1</b>								
Yoldiella lucida			1	12	<b>13</b>								
Abra nitida		1		3	<b>4</b>	2		3	<b>5</b>	1		<b>1</b>	
Astarte suculata								1	<b>1</b>				
Thyasira spp.		3	25	30	<b>58</b>	4	10	14	<b>28</b>	1	15	25	<b>41</b>
Corbula gibba										2			<b>2</b>
<b>CRUSTACEA - krepsdyr</b>													
Eudorella emarginata		1		<b>1</b>									
Ieuson nasica		2		<b>2</b>									
Cirolana borealis										1		<b>1</b>	
Harpinia antennaria		2	1	<b>3</b>									
Pagurus bernhardus											1	<b>1</b>	
Macropipus depurator							1	<b>1</b>					
<b>Antall individer</b>		<b>275</b>	<b>394</b>	<b>427</b>	<b>1096</b>	<b>855</b>	<b>636</b>	<b>954</b>	<b>2445</b>	<b>133</b>	<b>62</b>	<b>414</b>	<b>609</b>
<b>Antall arter</b>		<b>19</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>43</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>31</b>
<b>Diversitet, H'</b>		<b>2,14</b>	<b>3,05</b>	<b>3,37</b>	<b>3,12</b>	<b>1,29</b>	<b>1,66</b>	<b>1,72</b>	<b>1,59</b>	<b>2,29</b>	<b>2,96</b>	<b>2,47</b>	
<b>Jevnhet, J</b>		<b>0,50</b>	<b>0,64</b>	<b>0,67</b>	<b>0,58</b>	<b>0,29</b>	<b>0,40</b>	<b>0,37</b>	<b>0,32</b>	<b>0,60</b>	<b>0,78</b>	<b>0,56</b>	

**Vedleggstabell 3.** 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.

<b>Metals</b>	<b>Phenols</b>	<b>Volatile halogenated HC's</b>	<b>Chlorinated Benzenes</b>	<b>PCB</b>	<b>Chlorine pesticides</b>
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
Kadmium	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	<b>Chlorinated Phenols</b>	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	<b>PAHs</b>	1,2,3-Trichloropropane	Hexachlorobenzene	Monochlorophenols (sum)	delta-HCH
Vanadium	Naphthalene	1,1-Dichloropropylene	<b>Chloroanilines</b>	2,3-Dichlorophenol	HCH (sum)
Zinc	Acenaphthylene	cis 1,3-Dichloropropylene	2,3-Dichloroaniline	2,4/2,5-Dichlorophenol	Alfa-endosulfan
<b>Mono Aromatic HC</b>	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	<b>Chloronitrobenzenes</b>	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	<b>Miscellaneous Chlor. HCs</b>	2,3-Dichloronitrobenzene	3,4,5-Trichlorophenol	<b>Tedion</b>
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	<b>2,3,4,6/2,3,5,6-Tetrachlorophenol</b>	
sec-Butylbenzene	Indeno(123cd)pyrene	<b>1-Chloronaphthalene</b>	3,5-Dichloronitrobenzene		
tert-Butylbenzene	PAHs (sum 10 Dutch )		<b>Dichloronitrobenzenes (sum)</b>		
p-Isopropyltoluene	PAHs (sum 16 US EPA)				

