

# Forundersøkelser ved utfylling av tunnelmasser i sjø på Husnes Industriområde



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

Rådgivende Biologer AS

797





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Forundersøkelser ved utfylling av steinmasser i sjø på Husnes Industriområde

**FORFATTERE:**

Bjarte Tveranger & Geir Helge Johnsen

**OPPDRAGSGIVER:**

Kvinnherad kommune, ved Sigbjørn Øye, 5470 Rosendal

**OPPDRAGET GITT:**

18. januar 2005

**ARBEIDET UTFØRT:**

2005

**RAPPORT DATO:**

4. april 2005

**RAPPORT NR:**

797

**ANTALL SIDER:**

15

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-426-8

**EMNEORD:**

- Forundersøkelser  
- utfylling  
- Kvinnherad 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

*Forsidebilde:* Husnesvågen.

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Kvinnherad kommune gjennomført en forundersøkelse av sjøvann og sjøsediment ved en planlagt utfylling i sjø på Husnes Industriområde. Steinmasser fra Halsnøysambandet utgjør fyllmassen, og det er planlagt å fylle totalt 250 000 m<sup>3</sup> tunnelmasser. I første omgang skal et område som ligger inne i godkjent reguleringsplan fylles ut. Dette omfatter ca 155 000 m<sup>3</sup> steinmasser. Planlagt oppstart av fyllingen er i mai-juni 2005, og fyllingen forventes ferdigstilt ved årsskiftet 2006/2007.

Fylkesmannen i Hordaland har i brev til Kvinnherad kommune datert 15. desember 2004 gitt tillatelse til utfyllingen. I tillatelsen kreves det bl.a. at det skal gjennomføres en undersøkelse av miljøgifter i sediment før utfyllingen blir satt i gang. Miljøkvaliteten i sjøområdet utenfor fyllplassen skal overvåkes i utfyllingsperioden.

En feltbefaring ble foretatt 4. februar 2005, da det ble foretatt måling av profiler i vannsøylen, samlet inn vannprøver og prøver av sediment i det planlagte utfyllingsområdet. Undersøkelsen er gjennomført i henhold til spesifikasjonene i forespørselen. Vi har også benyttet gjeldende Norske Standarder NS 9422 og NS 9423.

Analysene av de innsamlede sediment- og vannprøvene er utført ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS i Bergen, mens kornfordeling i sedimentprøvene er analysert ved M-LAB AS i Stavanger. Hydrografiske profiler ble innsamlet med et nedsenkbart YSI-instrument.

Rådgivende Biologer AS takker Erling Warberg for tilgang til båt, hjelp og assistanse i forbindelse med feltarbeidet og Kvinnherad kommune ved Sigbjørn Øye for oppdraget.

Bergen, 4. april 2005

## INNHALDSFORTEGNELSE

|  |         |
|--|---------|
| Forord   | Side 2  |
| Innholdsfortegnelse                            | Side 2  |
| Sammendrag                                     | Side 3  |
| Det planlagte tiltaket                         | Side 4  |
| Områdebeskrivelse                              | Side 5  |
| Metode   | Side 7  |
| Miljøtilstand i utfyllingsområdet februar 2005 | Side 8  |
| Vurdering av konsekvenser                      | Side 13 |
| Referanser                                     | Side 15 |

## SAMMENDRAG

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

*Forundersøkelser ved utfylling av steinmasser i sjø på Husnes Industriområde  
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 797, 15 sider, ISBN 82-7658-426-8*

Rådgivende Biologer AS har gjennomført en forundersøkelse i forbindelse med planlagt utfylling i sjø ved Husnes Industriområde. Den 4. februar 2005 ble det samlet inn vannprøver fra en referansestasjon nord for planlagt utfyllingsområde og sedimentprøver fra tre ulike steder i det aktuelle området. Arbeidet er utført i henhold til NS 9422 og NS 9423, og i samsvar med kravspesifikasjonen gitt i tillatelsen til utfyllingen.

Utfyllingsområdet omfatter dybder ned til 20 meter, mens det i første omgang skal fylles ut på et område med dybder under 10 meter. Det er god vannutskifting til bunns i hele utfyllingsområdet. Det ble observert full oksygenmetning nedover i vannsøylen, og de undersøkte sedimentprøvene hadde en fysisk sammensetning som i hovedsak gjenspeilet dette. Sedimentet i området var noe variabelt med et noe høyere innhold av grus en av de tre stedene, mens de to øvrige hadde et mer finkornet sediment med høyere andel av silt og leire.

Sjøvannet i området var næringsfattig med lave konsentrasjoner av næringsstoffet nitrogen tilsvarende SFT-tilstand I = "meget god" på 0m, 5m og 10m dyp. Siktedypet var 18 meter målt ca 100 m nordvest for den planlagte utfyllingen. En overflatevannprøve viste lave verdier av totale hydrokarboner (THC), under 1 mg/l. Turbiditeten var høyest i overflaten (0,55) med en gradvis reduksjon til 0,35 på 10 m dyp.

Sedimentet hadde lavt glødetap på alle tre stedene. Verdier på rundt 2 til 3 % er som forventet i et grunt og strandnært område med gode omsetningsforhold for organisk materiale. Det ble funnet relativt lave konsentrasjoner av metaller på alle de tre stedene, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset". Det ble funnet en forhøyet konsentrasjon av kvikksølv på det dypeste stedet, som med 1,46 mg/kg tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset".

For PAH-stoffene ble det påvist relativt lave konsentrasjoner på alle stedene tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist i en konsentrasjon på mellom 5 og 16 ganger bakgrunnsnivået, tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset". Det ble også funnet forhøyete konsentrasjoner av PCB (3 PCB (7)), tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset" på de to stedene med mest finkornet sediment, mens stedet der sedimentet var mer grovkornet hadde SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset".

Undersøkelsen indikerer en viss miljøpåvirkning i det planlagte utfyllingsområdet for Husnes Industriområde, og forurensningen var knyttet til de mest finkornete sedimentene. I forbindelse med første utfyllingstrinn omfattes de sannsynligvis minst strømeksponeerte områdene, slik at spredningspotensialet for eventuelt opphvirvlet sediment er moderat. Av de to undersøkte stedene i dette området, lå det mest forurensede også mest beskyttet til.

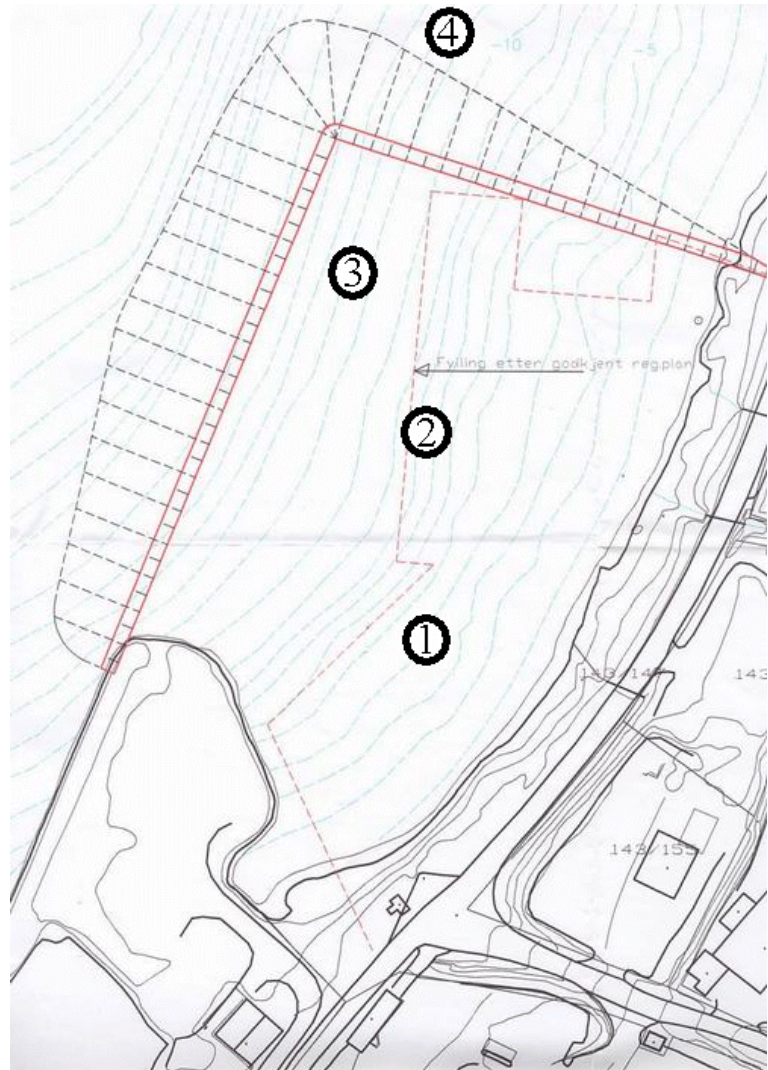
Området grenser ikke til nærliggende arealer med andre betydelige brukerinteresser som vil kunne bli påvirket. Eventuell opphvirvling av miljøgifter i sedimentet, eller tilførsler av sprengstoffrester eller sprengsteinstøv, vil i hovedsak påvirke nærmiljøet ved fyllingsområdet, og derfor sannsynligvis kun ha lokale miljøeffekter. Overvåkingen av spredningen ved oppstart utfylling vil være avgjørende for hvorvidt avbøtende tiltak skal iverksettes.

## DET PLANLAGTE TILTAKET

Mudring og dumping blir regulert gjennom Forskrift om begrensning av forurensing (forurensningsforskriften). Forurensingsloven kan også komme til anvendelse for større saker, og/eller der sedimentene på utfyllingsstedene er forurensende. Det er Fylkesmannen som er forvaltningsmyndighet for slike saker, og som på gitte vilkår gir slike tillatelser til mudring og dumping.

Det planlagte utfyllingsområdet ligger ca 100 - 250 m nord for utskipingshavnen til Sør-Norge Aluminium AS (SØRAL), som er en av sju aluminiumsprodusenter i Norge. Med en produksjonskapasitet på omtrent 160.000 tonn pr år, er de den 4. største aluminiumsprodusenten i Norge. Aluminiumsverket har vært i drift siden 1965. Denne type industrivirksomhet vil naturligvis over tid gi en del lokale miljøpåvirkninger, som forventes å ville kunne akkumuleres i sedimentene i aluminiumsverket sitt nærrområde.

Det ligger en gammel fylling like inntil på nordsiden av utskipingskaien. Det planlagte området som skal utfylles utgjør et areal på ca 18 dekar (ca 160x110 meter, **figur 1**). Totalt 250 000 m<sup>3</sup> fyllmasse skal deponeres i området. I første omgang skal det deponeres 155 000 m<sup>3</sup> fyllmasse innenfor gjeldende godkjente reguleringsplan (se **figur 1**). Utfyllingsområdet ligger i et slakt vestoverskrånende terreng, og delvis inne i en beskyttet bukt hvor det kan forventes sedimenterende forhold. Ca 110 meter fra land i ytterkanten av den planlagte utfylling er det 13 - 15 m dypt.



**Figur 1.** Kartutsnitt over utfyllingsområdet til Husnes Industriområde. Kartet viser nåværende godkjente planlagte utfylling (stiplet rød linje) samt den totale, planlagte utfyllingen. Dybdeforholdene på utfyllingsstedet er vist med en meters koter. Stasjonene for sedimentprøvetaking (1 - 3) og vannprøver (4) er også vist.



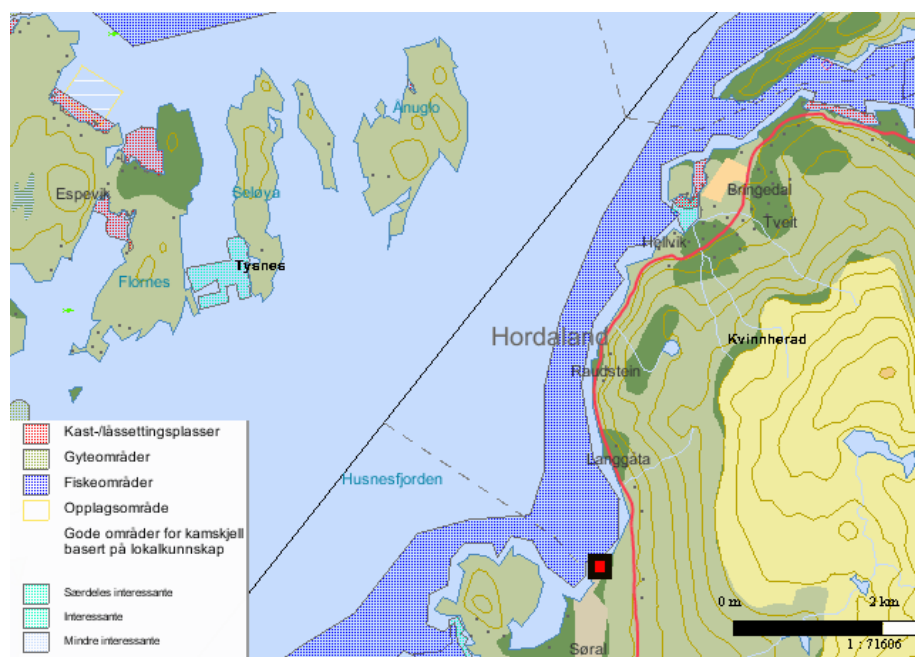
## OMRÅDEBESKRIVELSE

I forbindelse med en resipientundersøkelse høsten 2002 ble det på tre steder omtrent 350 - 650 m fra Husnes Industriområde, funnet en konsentrasjon av tungmetaller i sediment tilsvarende SFTs tilstandsklasse I-II= "ubetydlig-lite forurenset" og "moderat forurenset" (Brekke m. fl. 2003). Tidligere resipientundersøkelser på de samme stedene har imidlertid vist betydelig høyere konsentrasjoner av tungmetaller i sediment, og da særlig aluminium (Johannessen & Aabel 1983, Bakke m.fl. 1991). Det ble høsten 2002 funnet høye konsentrasjoner av tjærestoffer (PAH) i sediment på de samme stasjonene tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset" for to av de undersøkte stedene. Konsentrasjonen av PAH i 2002 på den ene stasjon (K9) var bare 10 % av konsentrasjonen i 1990, mens for de andre stasjonene var konsentrasjonene omtrent på samme nivå (jf. Bakke m.fl. 1991).

Innholdet av det kreftfremkallende PAH-stoffet benzo(a)pyren varierte i 2002 mellom de tre stedene og tilsvarte henholdsvis tilstandsklasse II (moderat forurenset), IV (sterkt forurenset) og V (meget sterkt forurenset). Det planlagte utfyllingsområdet ligger nærmere aluminiumsverket enn de tidligere undersøkte stasjonene ute i Husnesvågen.

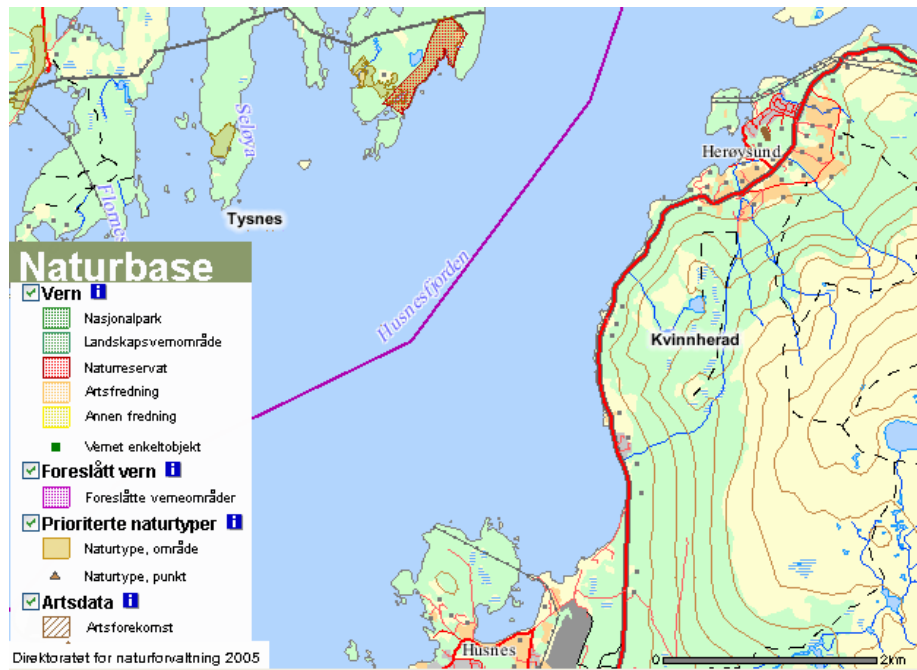
I dette området er det sannsynlig at vannstrømmen i hovedsak går nordover langs land innover fjorden. De nærliggende områdene i Husnesfjorden er angitt som "fiskeområder", men det er ikke kaste- eller låssettingsplasser før en kommer til Herøysundet over 4 km lenger nord. Det er også en del slike i Tysnes på vestsiden av Husnesfjorden. Det er ingen oppdrettslokaliteter på denne kyststrekningen i Kvinnherad, og det er heller ingen andre nærliggende områder av særlig interesse for fiske eller havbruk (**figur 2**).

**Figur 2.** Kartutsnitt over fiskeinteresser i sjøområdene i Husnesfjorden utenfor det planlagte utfyllingsområdet (rød firkant).  
Fra <http://kart.ivist.no/hordaland/index.jsp>



Det er ingen typer verneområder eller prioriterte naturtyper på kyststrekningen nord for Husnesbukten. Det nærmeste naturreservatet og områder med prioriterte naturtyper ligger i Tysnes på andre siden av Husnesfjorden (**figur 3**).

**Figur 3.** Kartutsnitt fra "Naturbase" med verneinteresser i sjøområdene i Husnesfjorden utenfor det planlagte utfyllingsområdet. Fra <http://dnweb5.dirnat.no/nbinnsyn/>



Det er ingen offentlige eller private registrerte badeplasser eller friområder på den nærmeste kyststrekningen nord for tiltaksområdet. Nærmeste badeplass mot nord, Berget, ligger i Herøysund vel 5 km unna (<http://www.kvinnherad.kommune.no/> -> tenestetilbod -> kultur -> badeplassar og friområde).



## METODER

Den gjennomførte prøvetakingen er utført i henhold til Norsk Standard NS 9422 og NS 9423, og er også i samsvar med kravspesifikasjon gitt i tillatelsen til utfyllingen.

De aktuelle prøvestasjonene er avmerket på **figur 1**. Ut fra formålet med undersøkelsen har en konsentrert prøvetaking omkring sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analyser). Det er også tatt vannprøver (turbiditet, nitrogen og THC) på en referansestasjon som skal overvåkes i anleggsperioden samt hydrografi for kartlegging av sjiktningen i vannsøylen.

### Sjiktningforhold og vannprøver

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ca 100 m nordvest for den planlagte utfyllingen på stasjon 4 (**figur 1**), og målinger ble foretatt nedover i vannsøylene hvert 30. sekund ettersom sonden ble senket sakte ned. Her ble det også målt siktedyp med en standard Secchi-skive ved befaringen. Det ble samlet inn tre vannprøver fra henholdsvis 0m, 5m og 10m dyp på stasjon 4 (referansestasjon for senere undersøkelser). Disse er analysert for totale hydrokarboner (kun fra overflateprøven), total nitrogen, ammonium og turbiditet.

Med hensyn på prøvetaking av kjemisk sedimentkvalitet, fikk vi opp egnet prøvemateriale med grabb på alle tre stasjonene. På stasjon 1 og 3 ble det tatt ut en delprøve mellom 0-5 cm, 5 - 10 cm og 10 - 15 cm. Disse ble slått sammen til en blandprøve. På stasjon 2 fikk en mindre i grabben på grunn av grovere sediment, og her ble det tatt ut en delprøve mellom 0-5 cm og 5 - 10 cm. Disse ble også slått sammen til en blandprøve forut for analyse av kjemisk sedimentkvalitet. På hver av stasjonene ble det tatt ut overflateprøver for kornfordeling.

**Tabell 1.** Posisjon for stasjonene ved undersøkelsen av sediment- og vannprøver i utfyllingsområdet til Husnes Industriområde 4. februar 2005 (se **figur 1**).

| Stasjon           | Stasjon 1                        | Stasjon 2                        | Stasjon 3                        | Stasjon 4                        |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Dyp (meter)       | 4                                | 8                                | 12                               | 12                               |
| Posisjon (WGS 84) | N: 59° 52,666'<br>E: 05° 46,340' | N: 59° 52,693'<br>E: 05° 46,343' | N: 59° 52,718'<br>E: 05° 46,329' | N: 59° 52,751'<br>E: 05° 46,348' |

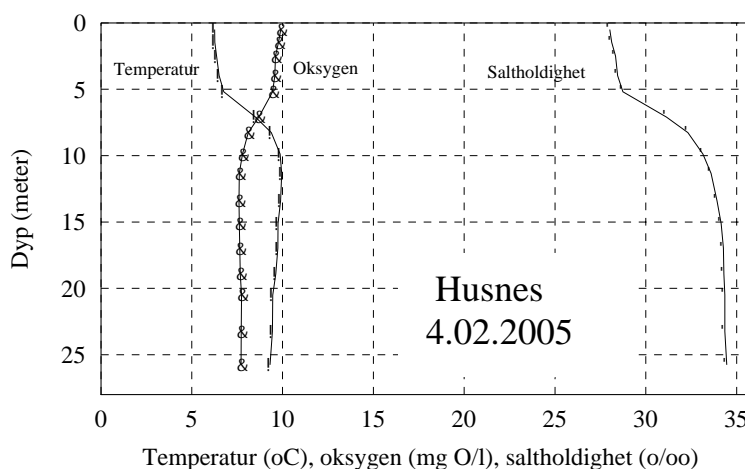
### Sedimentkvalitet

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

## Sjikttingsforhold

Vannmassene hadde en typisk "vintersjiktning" ved prøvetakingen 4.februar 2005. Profilene viste et relativt markert og homogent *overflatelag* adskilt fra et relativt homogent underliggende *tidevannslag* (**figur 4**). Overflatelaget var noe ferskvannspåvirket og strakk seg ned til ca 5 m dyp. Temperaturen var 6,3 °C i overflaten og 6,8 °C på 5 m dyp. Saltinnholdet var varierte mellom 28,0 og 28,7 ned til 5 m dyp. Mellom 5 og 10 m dyp var det et sprangsjikt. Her steg temperaturen til 9,9 °C, og saltinnholdet økte til 33,2. Fra 10 m dyp var det et svakt temperaturfall nedover til 9,3 °C på 26 m dyp. Saltinnholdet steg fra 33,2 på 10 m dyp til 34,5 på 25 m dyp. Det ble ikke funnet noe oksygenvikt nedover i vannsøylen, og vannet på 25 meters dyp hadde god oksygenmetning (7,7 mg O/l), tilsvarende en metning på 84 %.

**Figur 4.** Temperatur-, saltholdighets- og oksygenprofiler ca 100 m nordvest for den planlagte utfyllingen til Husnes Industriområde 4. februar 2005



## Vannkvalitet

Fra stasjon 4 ble det samlet inn vannprøver på tre dyp. Analyseresultatene er vist i **tabell 2**, og måleverdiene av nærings salt er vurdert i henhold til en vintersituasjon etter SFT Vannkvalitetskriterier for fjorder og kystfarvann (SFT 1997). Vannprøvene viste lave verdier av totale hydrokarboner (THC), dvs under 1 mg/l. Sjøvannet var næringsfattig med lave konsentrasjoner av total nitrogen og ammonium, tilsvarende SFT-tilstand I = "meget god" for total nitrogen på alle dyp og ammonium-nitrogen på 0m og 5 m dyp og SFT-tilstand II = "god" for ammonium-nitrogen på 10 m dyp. Turbiditeten var høyest i overflaten (0,55) med en gradvis reduksjon til 0,35 på 10 m dyp. Siktedypet målt i vannsøylen ca 100 m nordvest for den planlagte utfyllingen 4. februar 2005 ble målt til 18 meter.

**Tabell 2.** Vannkvalitet på stasjon 4 (referansestasjon) like utenfor den planlagte utfyllingen til Husnes Industriområde 4. februar 2005. Prøvene er analysert av Chemlab Services AS. SFT- tilstanden er markert i parentes, og går fra tilstand I = "meget god" til V = "meget dårlig".

| DYP<br>(m)    | Totale Hydrokarboner<br>mg / l | Total nitrogen<br>: g / l | Ammonium-N<br>: g / l | Turbiditet<br>NTU |
|---------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|
| Overflate (0) | <1                             | 220 (I)                   | 32 (I)                | 0,55              |
| 5             | -                              | 223 (I)                   | 13 (I)                | 0,45              |
| 10            | -                              | 218 (I)                   | 66 (II)               | 0,34              |

## Sedimentkvalitet

De innsamlete sedimentprøver er beskrevet i **tabell 3**. Resultatene er vurdert i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1997). Det ble samlet inn prøver for analyse av kornfordeling, tørrstoff og glødetap.

**Tabell 3.** Beskrivelse av sedimentprøvene samlet inn på den planlagte utfyllingen til Husnes Industriområde 4. februar 2005.

| Stasjon  | Stasjon 1   | Stasjon 2  | Stasjon 3  |
|--|---|--|--|
| Grabbvolum (liter)                                       | 6   | 5  | 6  |
| Prøvedyp   | 4   | 8  | 12   |
| Bobling i prøve  | Nei   | Nei  | Nei  |
| Lukt   | Nei   | Nei  | Nei  |
| Primær sediment  | Ja  | Ja   | Ja   |
| Skjellsand<br>Grus/stein<br>Sand/silt<br>Leire<br>Mudder |   |  |  |
| Beskrivelse av prøven                                    | Ca ½ grabb med et ca 2 cm gulgrått lag oppå et ca 15 cm gråsvart lag. Prøven var en blanding av fin sand og silt. | Ca 5 l med en blanding av småstein, grus og sand og noe finere svartaktig materiale innimellom | Ca ½ grabb med et ca 5 cm grått lag med grus og sand oppå et ca 10 cm gråsvart lag av fin sand og silt |

**Stasjon 1** ligger lengst inne i området for den planlagte utfyllingen. Sedimentet var relativt finkornet og bestod av en mjuk, grå-gråsvart blanding av fin sand og silt. Sedimentprofilen var lagdelt og bestod av et ca 2 cm gulgrått lag oppå et ca 15 cm tjukt gråsvart lag. Sedimentet var friskt uten noen lukt av hydrogensulfid ( $H_2S$ ).

**Stasjon 2** ligger omtrent på grensen for den planlagte fyllingen etter nåværende godkjente reguleringsplan. Sedimentet var her mer grovkornet og bestod for det meste av småstein, grus og sand med noe finere svartaktig materiale innimellom. Dette området var noe brattere enn de to øvrige prøvetakingsområdene. Det var heller ikke her noen lukt av hydrogensulfid ( $H_2S$ ).

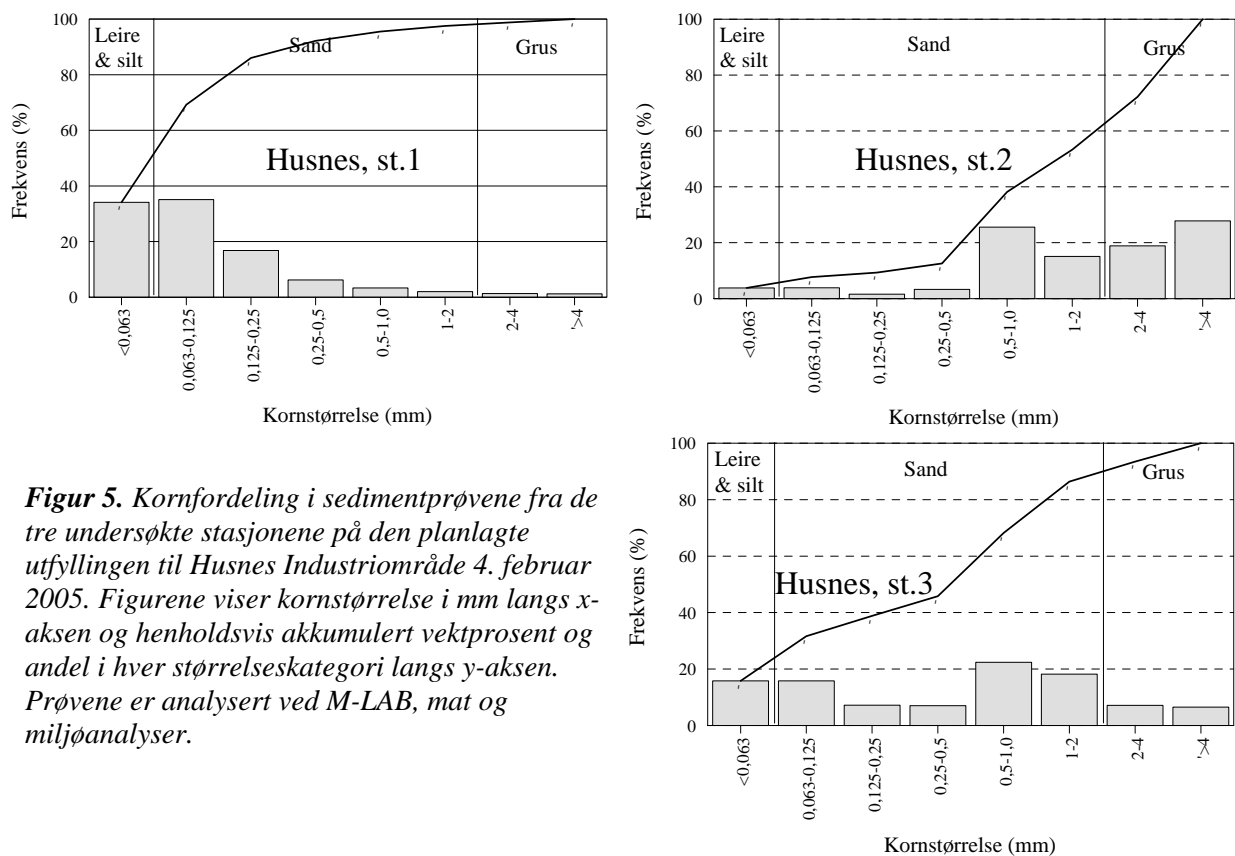
**Stasjon 3** ligger i ytterkanten av den planlagte endelige utfyllingen. Sedimentet var fast og bestod av et ca 5 cm grått lag med grus og sand oppå et ca 10 cm gråsvart lag av fin sand og silt. Det var heller ikke her noen lukt av hydrogensulfid ( $H_2S$ ).

## Kornfordeling

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling fra de øverste 5 cm av sedimentet på alle tre stasjoner. Resultatene viste at sedimentet var mest finkornet (34,1 % silt og leire) på den grunneste stasjonen (stasjon 1). Stasjon 2 hadde det groveste sedimentet med en høy andel av grus (46,6 %, **tabell 4** og **figur 5**). Her var det også det bratteste prøvestedet.

**Tabell 4.** Organisk innhold og kornfordeling i sedimentet på tre undersøkte stasjoner på den planlagte utfyllingen til Husnes Industriområde 4. februar 2005. Prøvene er analysert ved M-LAB mat og miljøanalyser.

| Forhold          | Stasjon 1 | Stasjon 2 | Stasjon 3 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|
| Glødetap i %     | 2,7       | 1,0       | 1,4       |
| Leire & silt i % | 34,1      | 3,8       | 15,8      |
| Sand i %         | 63,4      | 49,6      | 70,6      |
| Grus i %         | 2,5       | 46,6      | 13,6      |



**Figur 5.** Kornfordeling i sedimentprøvene fra de tre undersøkte stasjonene på den planlagte utfyllingen til Husnes Industriområde 4. februar 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 M-LAB, mat og miljøanalyser.

## Kjemiske analyser

På stasjon 1 og 3 ble det tatt ut tre delprøver mellom henholdsvis 0-5 cm, 5 - 10 cm og 10 - 15 cm. Disse ble slått sammen til en blandprøve. På stasjon 2 fikk en mindre i grabben på grunn av grovere sediment, og her ble det tatt ut to delprøver mellom 0-5 cm og 5 - 10 cm. Disse ble også slått sammen til en blandprøve og ble analysert med hensyn på tørrstoff, glødetap og miljøgifter. I tillegg er det gjort beregninger av organisk innhold (TOC) basert på glødetapmålingene. Resultatene er samlet i **tabell 5** og **tabell 6**.

**Tabell 5.** Sedimentanalyser fra de tre undersøkte stasjonene på den planlagte utfyllingen til Husnes Industriområde 4. februar 2005. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

| Forhold   | Enhet | Stasjon 1 | Stasjon 2 | Stasjon 3 |
|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|
| Tørrstoff | %     | 64,1      | 83,5      | 82,1      |
| Glødetap  | %     | 3,18      | 2,19      | 1,94      |
| TOC       | mg/g  | 12,72     | 8,76      | 7,76      |

Tørrstoffinnholdet var høyt på stasjon 1 (64,1 %) og svært høyt på stasjon 2 og 3, henholdsvis 83,5 og 82,1%. Glødetapet var tilsvarende lavt på alle stasjoner, henholdsvis 3,18 %, 2,19 og 1,94 % (**tabell 5**). Disse verdiene er som forventet ut fra at det her er grunt med gode omsetningsforhold for organisk materiale.

Innholdet av TOC var lavt på stasjon 1 - 3, henholdsvis 12,72 mg C/g, 8,76 og 7,76 mg C/g. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse I = "Meget god" for alle tre stasjonene (SFT 1997, **tabell 5**). Det foregår således normal nedbryting i sedimentene i det planlagt utfylte området.

## Miljøgifter i sedimentet

Innholdet av metaller og miljøgifter i sedimentet ble undersøkt i blandprøve av ulike sjikt på stasjon 1 - 3. Resultatene er ført opp i **tabell 6**.

Det ble funnet relativt lave konsentrasjoner av alle metallene på alle tre stasjonene. Konsentrasjonen av kvikksølv på stasjon 3 var rett nok 1,46 mg/kg, tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset". Konsentrasjonen av metallene for øvrig tilsvarer SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset".

For PAH-stoffene ble det påvist moderat lave konsentrasjoner på stasjon 1 - 3 på henholdsvis 1,1 mg/kg, 0,55 og 1,3 mg/kg tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist i en konsentrasjon på henholdsvis 9,5 ganger, 5,5 og 16,4 ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "Markert forurenset" (**tabell 6**).

På stasjon 1 ble det funnet en konsentrasjon av PCB (3 PCB (7)) på 62,2 : g/kg (**tabell 6**), dvs en konsentrasjon på 12,4 ganger bakgrunnsnivå. På stasjon 2 og 3 ble det funnet en konsentrasjon av PCB (3 PCB (7)) på henholdsvis 23,4 og 33,4 : g/kg (**tabell 6**), dvs en konsentrasjon på henholdsvis 4,7 og 6,7 ganger bakgrunnsnivå. Konsentrasjonen av PCB i sediment i utfyllingsområdet tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "Markert forurenset" på stasjon 1 og 3 og SFTs tilstandsklasse II = "Moderat forurenset" på stasjon 2.

**Tabell 6.** Miljøgifter i sediment fra de tre undersøkte stasjonene på den planlagte utfyllingen til Husnes Industriområde 4. februar 2005. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS. for en rekke miljøgifter. SFT- tilstanden for enkelte- og grupper miljøgifter er markert i parentes. \* angir karakteristiske komponenter i olje, \*\* angir potensielt kreftfremkallende stoffer (KPAH).

| FORHOLD                | Enhet  | Stasjon 1  | Stasjon 2 | Stasjon 3  |
|------------------------|--------|------------|-----------|------------|
| Kobber (Cu)            | mg/kg  | 11,5 (I)   | 8,4 (I)   | 10,7 (I)   |
| Sink (Zn)              | mg/kg  | 59,2 (I)   | 27,4 (I)  | 40,7 (I)   |
| Bly (Pb)               | mg/kg  | 16,2 (I)   | 7,5 (I)   | 12,7 (I)   |
| Krom (Cr)              | mg/kg  | 16,0 (I)   | 4,8 (I)   | 6,6 (I)    |
| Nikkel (Ni)            | mg/kg  | 7,4 (I)    | 6,7 (I)   | 15,7 (I)   |
| Kadmium (Cd)           | mg/kg  | 0,23 (I)   | 0,09 (I)  | 0,04 (I)   |
| Kvikksølv (Hg)         | mg/kg  | 0,05 (I)   | 0,10 (I)  | 1,46 (III) |
| Naftalen *             | : g/kg | 15         | 4,5       | 8,1        |
| Acenaftylen            | : g/kg | 5          | 2,0       | 3,4        |
| Acenaften              | : g/kg | 13         | 3,3       | 6,0        |
| Fluoren                | : g/kg | 16         | 3,7       | 6,4        |
| Fenantren *            | : g/kg | 74         | 30        | 53         |
| Antracen               | : g/kg | 24         | 9         | 17         |
| Fluoranten             | : g/kg | 177        | 72        | 144        |
| Pyren                  | : g/kg | 126        | 47        | 98         |
| Benzo(a)antracen **    | : g/kg | 88         | 35        | 104        |
| Chrysen                | : g/kg | 81         | 40        | 103        |
| Benzo(b)fluoranten**   | : g/kg | 176        | 97        | 287        |
| Benzo(k)fluoranten **  | : g/kg | 56         | 31        | 81         |
| Benzo(a)pyren **       | : g/kg | 96 (III)   | 55 (III)  | 164 (III)  |
| Indeno(123cd)pyren **  | : g/kg | 66         | 47        | 93         |
| Dibenzo(ah)antracen ** | : g/kg | 19         | 15        | 33         |
| Benzo(ghi)perylene     | : g/kg | 84         | 59        | 121        |
| ∑ PAH 16               | : g/kg | 1116 (II)  | 551 (II)  | 1322 (II)  |
| PCB 28                 | : g/kg | 5,6        | 0,9       | 1,3        |
| PCB 52                 | : g/kg | 9,5        | 1,7       | 2,8        |
| PCB 101                | : g/kg | 9,6        | 3,5       | 5,5        |
| PCB 118                | : g/kg | 7,8        | 3,2       | 4,8        |
| PCB 138                | : g/kg | 12,3       | 5,2       | 7,3        |
| PCB 153                | : g/kg | 9,8        | 5,4       | 7,5        |
| PCB 180                | : g/kg | 7,6        | 3,5       | 4,2        |
| ∑ PCB 7                | : g/kg | 62,2 (III) | 23,4 (II) | 33,4 (III) |
| THC                    | mg/kg  | 35         | 15        | 19         |



## VURDERING AV KONSEKVENSER

Den foretatte forundersøkelsen skal både tjene som grunnlag for vurdering av eventuelle miljøeffekter av forestående utfylling, danne grunnlag for iverksetting eventuelle avbøtende tiltak og også utgjøre et referansegrunnlag for den forestående overvåking av utfyllingsarbeidet.

### Miljøtilstand i utfyllingsområdet

Vannmassene i området var næringsfattige, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I="meget god" for total nitrogen og ammonium-N. Bare på 10 meters dyp tilsvarte konsentrasjonen av ammonium-N SFTs tilstandsklasse II="god". Også siktedypet 4. februar var høyt (18 meter), noe som reflekterer lavt innhold av partikler og alger i vannmassene vinterstid. Tilsvarende var turbiditeten lav i vannsøylen med en gradvis reduksjon nedover til 10 meters dyp. Vannprøvene viste lave verdier av totale hydrokarboner (THC), dvs under 1 mg/l. Disse vannprøvene utgjør referansegrunnlaget for den videre overvåkingen av utfyllingen, da nitrogenforbindelser kan stamme fra sprengstoffrester og opphvirvlet sediment, og steinstøv vil kunne måles som økning i turbiditet og reduksjon i siktedyp.

Sedimentet i utfyllingsområdet var mest finkornet på den grunneste stasjonen innerst i bukten (stasjon 1). Stasjon 2 hadde det groveste sedimentet med en høy andel av grus, men her er det også noe brattere og dermed ikke så sedimenterende forhold som på de to øvrige stedene. Generelt vil konsentrasjonen av miljøgifter være høyest der sedimentet er mest finkornet, fordi et finkornet sediment har et mye høyere overflateareal på grunn av et høyere antall partikler pr mengdeenhet. Miljøgifter bindes derfor i en høyere konsentrasjoner i et finkornet sediment. Det organiske innholdet er også av betydning, der f. eks innholdet av tungmetaller øker med økende organisk innhold. Et finkornet sediment er også synonymt med moderate strømforhold, og erfaringsmessig vil en finne de høyeste miljøgiftkonsentrasjonene i strømsvake, sedimenterende områder, som f. eks i bunnen av innsjøer, fjorder, poller og sund. Inne på en vik, som f. eks i utfyllingsområdet til Husnes Industriområde, vil en kunne ha lokale områder med beskjedne strømforhold og dermed sedimenterende forhold. Dette vises også av spredningen i kornstørrelse på de tre undersøkte stasjonene.

Tørrestoffinnholdet var høyt til svært høyt på alle de tre undersøkte stedene, og glødetapet var tilsvarende lavt. Disse verdiene er som forventet ut fra at det her er grunt med gode omsetningsforhold for organisk materiale. En regner med at glødetapet vanligvis er 10 % eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale, og de observerte verdiene på mellom 2% og 3% viser at det foregår normal nedbryting i sedimentene i området. 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. Dette er ikke tilfellet her.

Det ble funnet relativt lave konsentrasjoner av alle metallene på alle tre stasjonene. Konsentrasjonen av kvikksølv på stasjon 3 var rett nok tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset". Konsentrasjonen av metallene for øvrig tilsvarer SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset". Generelt var nivået av metaller lavest på stasjon 2 der sedimentet var mest grovkornet. Innholdet av metaller på stasjon 1 og 3 er således mest representative for konsentrasjonen i sediment i det planlagte utfyllingsområdet.

For PAH-stoffene ble det påvist moderat lave konsentrasjoner på alle tre stasjonene, tilsvarende SFTs tilstandsklasse II= "moderat forurenset". Også her var konsentrasjonen høyest i de mest finkornete sedimentene på stasjon 1 og 3, og disse stedene er således mest representative for forurensingssituasjonen i utfyllingsområdet. PAH-stoffer (PolyAromatiske Hydrokarboner) utgjør en gruppe med mange ulike stoffer, der enkelte er mer giftig enn andre. Særlig benzo(a)pyren er giftig og kreftfremkallende, og dette

stoffet ble funnet i en konsentrasjon på opp til 16 ganger bakgrunnsnivå tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset".

PAH stoffer dannes ved alle former for forbrenning av organisk materiale. Gruppen oljerelaterte forbindelser (naftalen og fenantren) utgjorde mellom 5 % og 8 % av PAH-stoffene i de tre sedimentprøvene, mens gruppen forbrenningsrelaterte forbindelser utgjorde resten. Omtrent halvparten av de forbrenningsrelaterte forbindelsene i de tre sedimentprøvene tilhører gruppen av sannsynlige eller mulige carsinogener KPAH (IARC 1987).

Det ble også funnet høyest konsentrasjon av PCB (3 PCB (7)) i sedimentet på det grunneste prøvetakingsstedet, med en konsentrasjon på 12 ganger bakgrunnsnivå. Konsentrasjonen av PCB i sediment i utfyllingsområdet tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "markert forurenset" på stasjonene 1 og 3 og SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset" på stasjon 2. Også her var konsentrasjonen høyest i de mest finkornete sedimentene på stasjon 1 og 3.

## Risikovurdering

Utfylling med sprengstein til vann medfører mulighet for tilførsler av både steinstøv og sprengstoffrester i tillegg til at akkumulerte miljøgifter i sedimentet kan hvirvles opp og dermed sprees. Alle disse forhold kan ha negative effekter for livet i nærmiljøet og for eventuelle brukerinteresser i nærområdene.

Sprengsteinstøv fra harde bergarter kan være skadelig for fisk ved at gjellene skades. Det er imidlertid de største partiklene som utgjør den største risikoen for skade på gjellene, og disse vil i all hovedsak sedimentere nokså umiddelbart, og derfor i liten grad påvirke miljøet bortenfor.

Mengden steinstøv som hvirvles opp eller tilføres med fyllmassene, og som sprees med vannmassene bort fra fyllingsområdet, vil bli evaluert ved måling av turbiditet i vannmassene. Det er en sammenheng mellom turbiditet og suspendert tørrstoff i vannmassene ( $\text{mg tørrstoff} = -18,3 + 3 \cdot \text{turbiditet}$ ) (Hessen mfl. 1989). I følge Hessen (mfl. 1989) foreslo Den Europeiske innlandsfiskekommisjonen (EIFAC) følgende grenseveridier for effekter på ferskvannsfiske ved eksponering for suspenderte partikler til innsjøer: mindre enn 25 mg/l gir ingen skadelig effekt, mens mellom 25-80 mg/l gir noe redusert avkastning, mens det måtte være så mye som over 400 mg/l for at det skulle ha stor betydning for avkastningen grunnet skader på fisken. Det vil sannsynligvis ikke forekomme så høye verdier ved denne forestående utfyllingen, fordi de forbistrømmende vannmassene vil fortynne tilførslene.

Tilførsler av sprengstein kan også medføre betydelige tilførsler av sprengstoffrester, og særlig ved høye pH-verdier forekommer betydelige deler av den observerte ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) som giftig ammoniakk  $\text{NH}_3$ . Også her må det påregnes at fortynningen blir så stor at dette i liten grad utgjør noe problem for de omkringliggende områdene. For å spore eventuelle sprengstoffrester, vil det derfor bli analysert på ammonium ( $\text{NH}_4$ ). pH-nivået i sjøen er relativt høyt på rundt pH=8, og det er det pH-avhengige forholdet mellom ammonium og ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ) som er av betydning for å avgjøre giftighet for sjølevende organismer.

Miljøgiftene er i hovedsak koblet til de fineste partiklene, og selv ved moderate vannhastigheter vil disse kunne fraktes avgårde. Det ble imidlertid ikke funnet svært høye konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene i det aktuelle området, og spredning av opphvirvlet sediment kan begrenses enkelt ved utlegging av lenser dersom det skulle være ønskelig. Siden det ikke er noen konflikterende brukerinteresser i de nærliggende områdene, ansees dette for et moderat til lite problem, og resultatene fra overvåking ved oppstart av utfyllingen vil i så fall være avgjørende.

## REFERANSER

**BAKKE, H., E.OUG & L.G.GOLMEN 1991.** Resipientundersøking i Kvinnherad 1990.  
*NIVA-rapport 2565, ISBN 82-577-1882-3, 62 sider.*

**BREKKE, E., B.TVERANGER & G.H. JOHNSEN 2003.** Undersøkelser av marine resipienter i Kvinnherad kommune høsten 2002, med forslag til revisjon av Hovedplan avløp  
*Rådgivende Biologer AS Rapport nr 645, 99 sider, ISBN 82-7658-212-5.*

**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.*

**HESSEN, D., V. BJERKNES, T. BÆKKEN & K.J. AANES. 1989.**

Økt slamføring i Vetlefjordelva som følge av anleggsarbeid. Effekter på fisk og bunndyr.  
*NIVA- rapport 2226, 36 s.*

**HELLEN, B.A. & G.H. JOHNSEN 2003.**

Utslipp av borevann i Tya; effekter på vannkvalitet, fisk og bunndyr.  
*Rådgivende Biologer AS rapport 666, 12 sider.*

**JOHANNESSEN, P.J. & J.P.AABEL 1983.** Resipientundersøkelse i Kvinnherad kommune.  
*Universitetet i Bergen, Institutt for Marinbiologi, rapport 2/1983, 32 sider*

**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.

**SFT 1997.**

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

## INTERNETT-REFERANSER

**Kvinnherad kommunes nettsider:** <http://www.kvinnherad.kommune.no>

**Naturbase:** <http://dnweb5.dirnat.no/nbinnsyn/>

**Hordaland fylkeskommune:** <http://kart.ivist.no/hordaland/index.jsp>