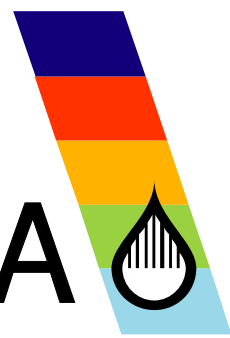


NIVA



RAPPORT LNR 4769-2003

**Miljøundersøkelse i
Hånesbukta,
Kristiansand, før
utbygging av
småbåthavn**



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet:

www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

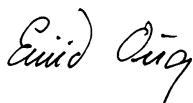
Tittel Miljøundersøkelse i Hånesbukta, Kristiansand, før utbygging av småbåthavn	Løpenr. (for bestilling) 4769 – 2003	Dato 29. desember 2003
	Prosjektnr. Undernr. O – 23424	Sider Pris 31
Forfatter(e) Eivind Oug Tone Kroglund Roger Roseth (Jordforsk)	Fagområde Overvåking marin	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Kristiansand Havn, ViaNova Kristiansand AS	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammen drag

I Hånesbukta i Topdalsfjorden, Kristiansand kommune, skal det anlegges småbåthavn med flytebrygger og flytemolo for ca. 320 småbåter. Undersøkelsen beskriver miljøtilstanden før utbygging og danner grunnlag for oppfølgende overvåking for å dokumentere eventuelle effekter av båthavnen. Tilførsler av forurensningskomponenter fra veianlegg i nærområdet, med hovedvekt på E18, er beregnet på basis av utslippsfaktorer for trafikk. Beregningene viste at tilførslene (metaller, tjærestoffer, olje, næringsalter) generelt er moderate til lave sett i relasjon til total vannavrenning til bukta og ikke vil ha noen praktisk betydning for vannkvaliteten. Undersøkelser av strandsoneorganismer viste at vegetasjonen var artsfattig og tydelig påvirket av ferskvannstilførsler. Det var høy andel av grønnalger og tett dekke av mikroalger på fjell og vegetasjon. Bunn sedimentene var normalt friske med noe forhøyd organisk innhold. Sedimentene var lite til moderat forurenset av metaller (kadmium, kopper, kvikksølv, bly, sink) og tjærestoffer (PAH), men var markert forurenset av PCB og sterkt forurenset av tinnorganiske forbindelser (TBT). Innhold av oljekomponenter var moderat til lavt. Oppfølgende overvåking bør omfatte strandsoneundersøkelser og analyse av organisk innhold, miljøgifter og oljekomponenter i bunnsedimenter.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøundersøkelse Tilførsler av forurensninger fra veianlegg Strandsoneregistreringer Miljøgifter i bunnsedimenter 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Environmental study Assessment of contaminants from road traffic Littoral zone monitoring Micro-pollutants in sediments
--	---



Eivind Oug
Prosjektleder

Kari Nygaard
Forskningsleder

Jens Skei
Forskningsdirektør

O - 23424

**Miljøundersøkelse i Hånesbukta,
Kristiansand, før utbygging av småbåthavn**

Forord

ViaNova Kristiansand AS har i oppdrag for Kristiansand Havn å utarbeide byggeplaner og anbudsgrunnlag for småbåthavn i Hånesbukta ved Topdalsfjorden. Reguleringsplan for småbåthavnen er godkjent i Kristiansand bystyre 7.3.2001. I bystyret vedtak inngår det at det ved utbygging av havnen skal tas hensyn til miljøforhold og faren for forurensninger i området.

Kristiansand Havn har ønsket å få utført en miljøundersøkelse i Hånesbukta i samsvar med bystyrets vedtak. ViaNova Kristiansand AS har på vegne av havnen innhentet tilbud hvor NIVA er forespurt om å lage undersøkelsesprogram og gjennomføre undersøkelsen. Rapport fra undersøkelsen må foreligge innen utgangen av 2003 av hensyn til videre sakgang i utbyggingsprosessen.

Utredning om tilførsler av forurensningskomponenter fra veitrafikk er utført av Roger Roseth ved Jordforsk. Undersøkelser av strandsoneorganismer er foretatt av Tone Kroglund, med Jarle Håvardstun som feltassistent. Innsamling av bunnprøver for sedimentanalyser ble utført av Jarle Håvardstun og Lise Tveiten. Analyser av sedimenter og miljøgifter er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo, med unntak for analyse av TBT som er utført ved Jordforsks laboratorium. Alle takkes for god innsats.

Kontaktperson for prosjektet har vært Bjørn Vidar Hellenes, ViaNova Kristiansand AS.

Grimstad, 29. desember 2003

Eivind Oug

Innhold

Sammendrag	6
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	8
1.2 Miljøforhold i småbåthavner	8
1.3 Beskrivelse av området	8
1.4 Tidligere undersøkelser	9
1.5 Mål for undersøkelsen	10
2. Tilførsler av forurensningskomponenter fra vei	11
2.1 Grunnlag for beregningene	11
2.2 Metodikk	11
2.3 Resultater	12
2.3.1 Tilførsler av metaller og organiske miljøgifter	12
2.3.2 Tilførsler av partikler, næringssalter og veisalt	13
2.4 Vurdering av resultatene	13
3. Undersøkelse av algevegetasjon og fauna i strandsonen	14
3.1 Bakgrunn for undersøkelsen	14
3.2 Metodikk	14
3.2.1 Valg av stasjoner	14
3.2.2 Registrering	15
3.3 Resultater	15
3.3.1 Artssammensetning	15
3.3.2 Antall arter og fordeling mellom algegruppene	17
3.4 Vurdering av resultatene	18
4. Miljøgifter og organisk innhold i bunnsedimenter	19
4.1 Bakgrunn for undersøkelsen	19
4.2 Metodikk	19
4.2.1 Valg av parametre	19
4.2.2 Stasjoner og prøvetaking	20
4.2.3 Analyser	20
4.3 Resultater	21
4.3.1 Bunnsedimenter	21
4.3.2 Miljøgifter i bunnsedimentene	21
4.4 Vurdering av resultatene	22

5. Konklusjoner	24
6. Program for etterundersøkelser	25
7. Referanser	26
8. Vedlegg	27
8.1 Veganlegg omkring Hånesbukta	27
8.2 Strandsonenundersøkelser	28
8.2.1 Stasjonsfoto fra strandsonenundersøkelsene	28
8.3 Bunnsedimenter	29

Sammendrag

Kristiansand kommune har vedtatt å anlegge en ny småbåthavn i Hånesbukta på østsiden av Topdalsfjorden. Småbåthavnen bygges ut med flytebrygger og flytemolo og er prosjektert for ca. 320 småbåter. Utbygging ventes å starte i 2004.

Hånesbukta er et lokalt beskyttet område med begrenset vannutskiftning. Etablering av småbåthavn og aktiviteten dette medfører kan tenkes å påvirke miljøforholdene ved redusert utskiftning av overflatevann, tilførsler og opphopning av organisk materiale og tilførsler av forurensningskomponenter.

Undersøkelsen skal supplere tidligere undersøkelser i området og danne grunnlag for oppfølgende overvåking etter etablering av båthaven. Undersøkelsen har hatt tre hovedelementer: 1) beregning av tilførsler av forurensningskomponenter fra omkringliggende veganlegg, spesielt E18, 2) undersøkelser av vegetasjon og begroingsorganismer i strandsonen, og 3) undersøkelse av organisk innhold og miljøgifter i bunnsedimenter.

Tilførsler fra veianlegg er beregnet på basis av utslippsfaktorer for karakteristiske forurensningskomponenter for trafikk. Utslippsfaktorene omfatter en rekke metaller, tjærestoffer (PAH), olje, suspendert stoff, næringssalter og veisalt. Beregningene viste at generelt er tilførslene til Hånesbukta moderate til lave sett i relasjon til samlet avrenningsvann til bukta. For de fleste metallene vil tilførslene ikke føre til økte konsentrasjoner utover det som finnes naturlig i sjøvann, men forhøyde verdier kan forekomme for bly og sink. Tilførslene av næringssalter er lavere enn normalkonsentrasjoner i sjøvann og vil ikke ha noen praktisk betydning for vannkvaliteten i Hånesbukta.

Undersøkelsen i strandsonen omfattet tre stasjoner i Hånesbukta og to referansestasjoner i Topdalsfjorden. Alle større alger (synlige i felt) og fjæredyr ble registrert semikvantitativt i et ca. 8 m bredt belte langs stranden. Generelt var det artsfattige organismesamfunn med få (11-19) arter på stasjonene. Alle stasjonene var påvirket av ferskvannstilførsler, vist ved at større tangarter vokste neddykket under overflaten. De fleste stasjonene hadde høy andel av grønnalger. Tang, mindre alger og fjell var preget av et tett dekke av fastsittende mikroalger (diatoméer). Referansestasjonene hadde tett dekke av grønnalgen grønndusk på fjell og noe mindre tangforekomster enn stasjonene i Hånesbukta, men ellers var det store likheter mellom stasjonene.

Bunnsedimentet besto av mørk grå sandblandet slam med lys brunt topplag. Innholdet av organisk materiale (TOC) var moderat høyt. Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var høyt og indikerte at det organiske materialet i stor grad var tilført fra land.

Miljøgifter ble analysert i en blandprøve av overflatesediment (0-2 cm) fra tre prøvepunkter i området hvor båthavnen blir anlagt. Sedimentet var lite til moderat forurenset av metaller (bly, kadmium, kopper, kvikksølv og sink) og tjærestoffer (PAH). Det ble funnet forhøyde verdier for polyklorerte bifenyler (PCB), hvor sedimentene karakteriseres som markert forurenset, og tinnorganiske forbindelser (TBT) hvor sedimentene karakteriseres som sterkt forurenset. Sedimentene var lite til moderat påvirket av olje. Forurensningen av PCB kan tyde på en lokal kilde. Forurensningen av TBT kan mest sannsynlig tilskrives vanlig båthold i området.

En oppfølgende overvåking i Hånesbukta etter at båthavnen er ferdig utbygd og i vanlig drift bør omfatte strandsoneregistreringer og analyse av bunnsedimenter. Undersøkelsen bør utføres mest mulig likt med foreliggende undersøkelse, dvs med samme metodikk og på samme stasjoner. Bunnsedimentene bør som et minimum analyseres for organisk innhold (TOC), kobber, bly, sink, kvikksølv, tjærestoffer (PAH), tinnorganiske forbindelser (TBT) og oljekomponenter.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Kristiansand kommune har etter behandling i bystyret vedtatt å anlegge en ny småbåthavn i Hånesbukta på østsiden av Topdalsfjorden. Småbåthavnen er prosjektert for ca. 320 småbåter. Prosjekteringsarbeidet er i gang og utbygging ventes å starte i 2004.

Utbyggingen gjennomføres etter godkjent reguleringsplan, utarbeidet av ViaNova Kristiansand 1999 og godkjent i bystyret 7.3.2001. Småbåthavnen bygges ut med flytebrygger og en flytemolo ytterst. Avrenningsvann fra opplagsplass og parkeringsplass skal avskjermes fra bukta.

Hånesbukta er et lokalt beskyttet område med begrenset vannutskiftning. Hovedproblemet ved utbyggingstiltaket forventes å være nedsatt vannsirkulasjon som følge av bryggeanlegg og fortøyde båter. Dette kan føre til at forurensninger samles opp i bukta og fører til dårlige miljøforhold. I vedtaket om utbygging er det fastsatt at tilførsler av forurensninger til bukta skal undersøkes og at det skal gjennomføres kontroll av driften med sikte på å iverksette tiltak dersom det blir nødvendig.

1.2 Miljøforhold i småbåthavner

Ved anleggelse av småbåthavn må en forvente noe tilførsler av forurensende stoffer til sjøen. I hovedsak vil dette dreie seg om lekkasjer av drivstoff, mindre oljesøl og utlekking av begroingshindrende midler fra bunnstoff. I tillegg kan det lekke ut rester av maling, lakk og impregneringsstoffer fra båter og bryggeanlegg. En må også regne med noe forsøpling og utkast av fiskeslo og matrester i båthavner. Brygger og anlegg vil medføre redusert vannutskiftning i båthavnen (Oug & Kroglund 2001).

I en nylig utført undersøkelse av småbåthavner i Aust-Agder ble det påvist at bunnsedimentene var til dels betydelig forurensset av tjærestoffer (PAH), tributyl-tinn (TBT) og oljekomponenter (Næs et al. 2002). Generelt viste undersøkelsen at båthavnene er utsatt for forurensninger og at det er behov for tiltak for å motvirke forurensningene.

I tillegg til forurensninger vil det i alle båthavner danne seg naturlig begroing av blåskjell, alger etc. på brygger, stolper, tauverk og flytelegemer. Vekst av begroingsorganismer fører i realiteten til en opphopning av organisk materiale i båthavnen. Dette materialet vil falle til bunns og råtne når organismene frigjøres og dør, enten naturlig eller ved mekanisk rensing. Ved undersøkelsen i Aust-Agder ble det påvist at bunnsedimentene i nesten alle båthavnene var organisk overbelastet og luktet av hydrogensulfid (Næs et al. 2002).

1.3 Beskrivelse av området

Hånesbukta ligger på østsiden av Topdalsfjorden like sør for boligområdet Hånes (Fig. 1). Bukten er ca. 700 m lang og 200 m bred. Den har åpen forbindelse til Topdalsfjorden med dyp til ca. 20 m i munningen. Indre del av bukten er langgrunn, mens det er fjellpartier utover på begge sider. Sjøbunnen består for det meste av slam og leire.

Topdalsfjorden utgjør et ca. 10 km langt fjordsystem med forbindelse til Kristiansandsfjorden i sør. Fjorden har største dyp på 78 m og er avgrenset fra Kristiansandsfjorden med en terskel på 25 m. Topdalsfjorden mottar betydelige mengder ferskvann fra Tovdalsvassdraget. Ferskvannstilførselen

skaper et 1-3 m tykt brakkvannslag i overflatelaget. Dypvannet i Topdalsfjorden kan ha stagnasjonsperioden på opptil 8 måneder og perioder med dårlige oksygenforhold (Molvær et al. 2003).

I Topdalsfjorden er strømmen som oftest utgående i midten og vestre side av fjorden, mens det er inngående strøm langs østsiden av fjorden. Dette medfører at flytestoffer og overflateforurensning som bringes inn i Topdalsfjorden kan føres inn i Hånesbukta.

På nordøstsiden av Hånesbukta er det bebyggelse og tilførselsveier til boligfeltet på Hånes. Ved indre del av bukten passerer stamveien E18 (Fig. 1). På sørvestsiden er det skogdekke ned til strandsonen. Det er i dag fortøyningsplass for ca. 50 småbåter i området. I indre del av bukta ligger et lite båtvrak som kan lekke noe olje. Tidligere var det opplagsplass for ubåter i bukta.

Båthavnen skal anlegges på sydvestsiden av Hånesbukta. Båthavnen vil strekke seg fra bunnen av bukta og ca. 500 m utover langs land.

1.4 Tidligere undersøkelser

I forbindelse med vurderingen av utbyggingstiltaket ble det foretatt en enkel undersøkelse av miljøtilstanden i Hånesbukta (Multiconsult 2000). Undersøkelsen omfattet en kartlegging av forurensningstilførsler, analyse av bunnsedimenter og befaring av strandsonen. Befaringen av strandsonen ble utført av NIVA og er rapportert i et eget notat (NIVA 2000), som også ble gitt som vedlegg i rapporten fra Multiconsult.



Figur 1. Kartutsnitt over Hånesbukta og ytre del av Topdalsfjorden, Kristiansand kommune. Stamveien E18 passerer ved bunnen av Hånesbukta.

Undersøkelsen fra 2000 framhever at Hånesbukta har dårlig vannutskiftning. Dette gjenspeiles både i bunnsedimentene, som hadde generelt høyt organisk innhold, og i strandsonen som var preget av artsfattig algevegetasjon. De mest betydningsfulle tilførsler av forurensninger kommer fra overvann fra veianleggene omkring som samles i avløp og slippes ut i strandsonen innerst i bukta. I bukta ble det observert oljefilm på vannoverflaten. I bunnsedimentene var det moderat til lavt innhold av metallene bly, kadmium og kvikksølv (Multiconsult 2000).

1.5 Mål for undersøkelsen

Undersøkelsen skal supplere tidligere undersøkelser i Hånesbukta og danne grunnlag for oppfølgende overvåking for å dokumentere eventuelle effekter av båthavnen. Spesifikt har undersøkelsen hatt som mål:

- Fastsette tilførsler av forurensningskomponenter fra veianlegg i området, spesielt E18
- Beskrive miljøtilstanden i området før utbygging av båthavnen
- Gi grunnlag for oppfølgende overvåking etter etablering av båthavnen

Faglig inneholder undersøkelsen tre hovedelementer:

- Beregning av tilførsler av forurensningskomponenter fra veianlegg
- undersøkelser av vegetasjon og begroingsorganismer i strandsonen
- undersøkelse av organisk innhold og miljøgifter i bunnsedimenter

I tillegg er det gitt forslag til program for oppfølgende undersøkelser etter at båthavnen er etablert.

2. Tilførsler av forurensningskomponenter fra vei

2.1 Grunnlag for beregningene

Multiconsult (2000) betraktet avrenningsvann fra veianlegg rundt Hånesbukta (E18, tilførselsveier til boligfelt) som det mest omfattende utslippet til bukta. Vannet slippes ubehandlet ut i strandsonen innerst i bukta og på sydsiden av Hånestangen. For å avklare omfanget av tilførte forurensninger ble det foreslått å igangsette prøvetaking av avløpsvannet.

Ved prøvetaking vil det kreves et omfattende opplegg med en serie prøvetakinger for å kunne fastsette realistiske tilførselsmengder. I denne forundersøkelsen ble det i stedet valgt å beregne tilførselmengder basert på utslippsfaktorer fra veianlegg, som er en rimelig og kostnadseffektiv måte. Utslippsfaktorene gir grunnlag til å beregne tilførsler av karakteristiske forurensningskomponenter for trafikk og omfatter en rekke metaller, tjærestoffer, olje, suspendert stoff, næringssalter og veisalt. Faktorene omfatter dog ikke alle stoffer som kan finnes i slik avrenning.

For å antyde hvilken betydning tilførslene kan ha for vannkvaliteten i Hånesbukta, er tilførselsmengdene for de aktuelle komponentene videre omregnet til konsentrasjoner i totalt avrenningsvann for nedbørfeltet til Hånesbukta.

Foto av veianlegg for E18 omkring Hånesbukta er vist i Vedlegg 8.1.

2.2 Metodikk

Utslippsfaktorene som er benyttet i denne undersøkelsen er hentet fra en rapport under utarbeidelse: "Forslag til utslippsfaktorer fra veg til vann og jord i Norge. Forslag basert på eksisterende datamateriale" (Amundsen og Roseth, 2003). Rapporten gir forslag til koeffisienter for mengde trafikkskapt forurensning per kilometer veg avhengig av trafikkbetlastning. Koeffisientene for de ulike forurensningsstoffene er i hovedsak basert på svenske undersøkelser (Stormtac 2003, Olvik og Nimfeldt 2001) samt massebalanseberegninger knyttet til vasking av tunneler (Andersen et al. 1995, Roseth et al. 2001, Snilsberg et al. 2002).

I tillegg er det utført beregninger basert på tall fra en sammenstilling utført av NIVA (Bækken et al. 1996) samt en litteraturstudie utført av Lindholm (pers. medd. 2003). De tre kildene gir tall for litt forskjellig utvalg av komponenter.

Beregningene bygger på at ny E18 får en total bredde på 16 m og en avrenningskoeffisient fra asfaltflatene på 0.7.

Beregningene er utført for ulik trafikkbetlastning. Alle beregningene gir årlige tilførsler for aktuelle komponenter. Slike beregninger vil nødvendigvis inneha en stor grad av usikkerhet, men forventes å angi størrelsesordenen for de ulike forurensningskomponentene.

Hånesbukta har et nedbørfelt på mellom 1 og 2 km². Middelavrenning på årsbasis basert på avrenningstall fra NVE (isohydatlinjer) er 30 l/s km² (NVE 1987). Dette gir en total avrenning til Hånesbukta (konservativt estimat) på årsbasis på ca. 1 000 000 m³ vann.

2.3 Resultater

2.3.1 Tilførsler av metaller og organiske miljøgifter

I Tabell 1 er det gitt beregnede tilførsler for metaller, olje og tjærestoffer (PAH). Ved beregningene er det lagt til grunn ulike tall for trafikk tetthet.

Beregninger basert på utslippskriteriene til Bækken et al. (1996) gir vesentlig høyere tilførsler av metaller, olje og tjærestoffer enn tilsvarende beregninger basert på Amundsen og Roseth (2003) eller Lindholm (2003). Noe av forklaringen kan være at deler av de norske resultatene som Bækken et al. (1996) støtter seg på, ble utført før blybensinen ble faset ut og før det ble vanlig med katalysator.

Beregningene antyder at Hånesbukta vil kunne bli tilført en viss mengde kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn), olje og tjærestoffer (PAH) fra veganleggene. For de andre komponentene er tilførslene små.

Tabell 1. Beregnede årlige tilførsler (g/år) av metaller, olje og tjærestoffer (PAH) til Hånesbukta fra veganlegg i området. Beregningene er utført for ulike estimater for trafikk tetthet.

Beregningsgrunnlag		Amundsen og Roseth (2003)	Bækken et al. (1996)	Lindholm (2003)
Trafikk tetthet	kjøretøy/ døgn	E18: 15 000 Lokalveg: 5000	E18: 35 000 Lokalveg: 5000	E18: 30 000 Lokalveg: 5000
Forurensningskomponent				
Kadmium (Cd)	g/år	2.6	29	3.4
Krom (Cr)	g/år	16.5	857	36
Kopper (Cu)	g/år	150	2600	404
Kvikksølv (Hg)	g/år	1		1
Nikkel (Ni)	g/år	16.2	685	64
Bly (Pb)	g/år	150	2570	136
Sink (Zn)	g/år	440	17143	900
Olje	g/år	3040		
Tjærestoffer (PAH)	g/år	9	343	8
KPAH ¹	g/år		25	

1) KPAH er en gruppe av PAH-forbindelser som er potensielt kreftfremkallende

Med basis i tallene fra Amundsen og Roseth (2003) blir gjennomsnittlige konsentrasjoner for de viktigste metallene i totalt avrenningsvann til Hånesbukta på årsbasis varierende fra 0.44 µg/l (sink) til 0.016 µg/l (krom, nikkel). Med unntak for bly (0.15 µg/l) er dette lavere konsentrasjoner enn hva som finnes naturlig i sjøvann (klasse I etter SFTs kriterier for metaller i vann: Molvær et al. 1997). Konsentrasjonen for bly tilsvarer tre ganger normalverdien (klasse II etter SFTs kriterier). I praksis innebærer dette at tilførslene ikke vil føre til økte konsentrasjoner av metaller i vannmassene når avrenningsvannet blandes med sjøvannet i Hånesbukta.

Med basis i tallene fra Bækken et al. (1996) blir konsentrasjonene i avrenningsvann høyere og godt over grensene for naturlige konsentrasjoner i sjøvann. Konsentrasjonene i Hånesbukta vil imidlertid ikke øke vesentlig selv med disse tallene, når fortyningen ved innblanding i sjøvannet tas i betraktning. Ved 10 ganger fortykning er konsentrasjonene av kopper, krom og nikkel i blandingsvannet innenfor normalt nivå for sjøvann, mens sink er noe forhøyd og bly er omkring fem ganger normalverdien.

2.3.2 Tilførsler av partikler, næringssalter og veisalt

Tabell 2 viser beregnede tilførsler for suspendert materiale, næringssalter og veisalt. Det er lagt til grunn samme trafikk tetthet som ved beregning av metaller og organiske miljøgifter.

Tabell 2. Beregnede årlige tilførsler (kg/år) av suspendert materiale, næringssalter og veisalt til Hånesbukta fra veganlegg i området. Beregningene er utført for ulike estimater for trafikk tetthet.

Beregningsgrunnlag		Amundsen og Roseth (2003)	Bækken et al. (1996)
Trafikk tetthet	kjøretøy/døgn	E18: 15 000 Lokalveg: 5000	E18: 35 000 Lokalveg: 5000
Komponent			
Suspendert materiale	kg/år	800	
Nitrogen (tot-N)	kg/år	16	55
Fosfor (tot-P)	kg/år	1.6	17
Salt, middels forbruk	kg/år	33000	33000
Klor (middels forbruk)	kg/år	20000	20000
Natrium (middels forbruk)	kg/år	13000	13000

Med basis i tallene fra Amundsen og Roseth (2003) blir gjennomsnittlige konsentrasjoner for nitrogen og fosfor i avrenningsvannet til Hånesbukta på årsbasis henholdsvis 16 µg/l og 1.6 µg/l. Med basis i tallene fra Bækken et al. (1996) blir konsentrasjonene 4-10 ganger høyere. I begge tilfeller er dette lavere enn normalkonsentrasjoner i sjøvann (klasse I etter SFTs kriterier for næringssalter i sjøvann: Molvær et al. 1997), kanskje med unntak for fosfor i sommerperioden.

Saltmengdene som slippes ut kan ha betydning for livsmiljøet i en liten bekk, men vil ikke ha noen effekt i Hånesbukta.

2.4 Vurdering av resultatene

Generelt viser beregningene at tilførslerne av forurensningskomponenter og næringssalter fra veg til Hånesbukta er moderate til små. For de fleste metallene vil tilførslerne ikke føre til økte konsentrasjoner utover det som finnes naturlig i sjøvann. Alle beregninger er imidlertid foretatt med basis i samlet avrenning til bukta. Lokalt omkring avløpene for avrenningsvann fra veiene vil det kunne finnes høyere konsentrasjoner.

Beregningene antyder at det kan forekomme forhøyde verdier for bly og sink. Det er spesielt beregningene basert på utslippsfaktorene hos Bækken et al. (1996) som antyder dette. Det er imidlertid sannsynlig at disse faktorene er for høye i forhold til dagens forurensninger fra biltrafikk.

Beregnet mengde nitrogen i avrenning fra vegen tilsvarer omtrent normal avrenning fra 5-20 daa med jordbruksareal, mens mengde fosfor tilsvarer et utslipp av avløpsvann fra 1-3 personer. Dette er tilførsler som normalt ikke vil bidra til overgjødning annet enn i svært innelukkede områder. De beregnede konsentrasjonene i avrenningsvannet indikerer da også at tilførslerne av næringssalter fra veg ikke vil ha noen praktisk betydning for vannkvaliteten i Hånesbukta.

3. Undersøkelse av algevegetasjon og fauna i strandsonen

3.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Undersøkelser av fastsittende alger og dyr på hardbunn i strandsonen gir grunnlag for å karakterisere miljøtilstanden i de øvre vannlag. Forekomsten av alger og dyr endrer seg med miljøforholdene og gjenspeiler hvordan tilstanden har vært over tid. Ved tilførsler av næringsalter og organisk materiale vil mattedannende grønnalger og trådformede påvekstlger ('grønske' og 'sly') øke i mengde og tildels overdekke annen vegetasjon. Også slimdannende mikroskopiske alger som fører til glatt fjell i vannkanten, kan tilta. De flerårige tangartene kan etterhvert forsvinne. Hvilke arter som forekommer og mengdefordelingen mellom dem gir derfor et uttrykk for tilstanden. Undersøkelser av fastsittende alger og dyr i strandsonen er ofte brukt i kyst- og fjordundersøkelser som grunnlag for overvåking av miljøforholdene.

Forekomst av fastsittende alger påvirkes i stor grad av ferskvannstilførsel. I Topdalsfjorden er det i perioder svært lav saltholdighet i overflaten som følge av ferskvannstilførsler fra Tovdalselva (Molvær et al. 2003). Dette innebærer at lange færre arter normalt vil kunne finnes enn i områder som har stabil høy saltholdighet.

I Hånesbukta kan vannsirkulasjonen i overflatevannet bli svekket når båthavnen anlegges. Redusert vannsirkulasjon, sammen med mulig økte tilførsler av organisk materiale, vil forsterke veksten av grønnalger og trådformede påvekstlger. Eventuelle utslipp av olje og fettstoffer vil også være synlige i strandsonen.

Denne undersøkelsen beskriver dagens tilstand i Hånesbukta. Befaringen av strandsonen som tidligere ble gjennomført (Multiconsult 2000, NIVA 2000), ga et generelt bilde av tilstanden i området, men ble ikke gjennomført med tilstrekkelig detaljeringsgrad til å kunne tjene som basis for senere oppfølgende undersøkelser.

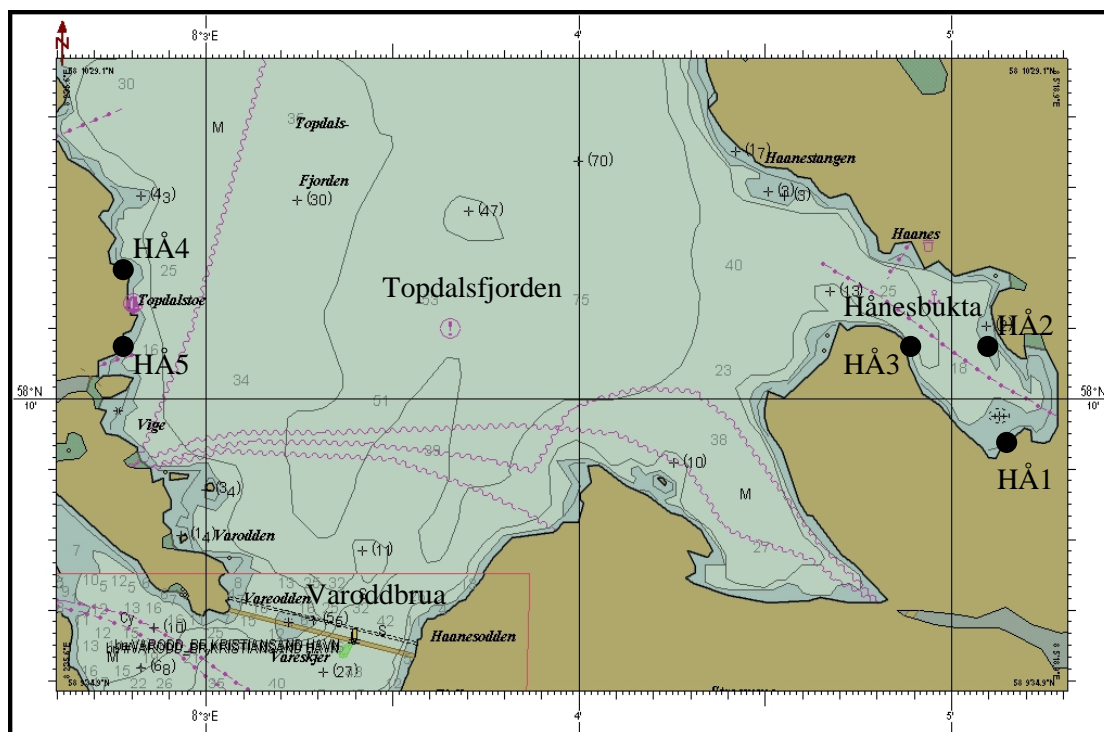
3.2 Metodikk

3.2.1 Valg av stasjoner

I undersøkelsen ble tre stasjoner i Hånesbukta og to stasjoner på vestsiden av Topdalsfjorden undersøkt (Figur 2). De tre stasjonene i Hånesbukta ble plassert med en stasjon helt i bunnen av bukta (HÅ1), en stasjon på nordøstsiden omtrent midtveis i bukta (HÅ2) og en stasjon på sydvestsiden i ytterenden av bukta (HÅ3). De tre stasjonene vil ligge henholdsvis innenfor, vis-a-vis, og like utenfor den planlagte båthavnen. Stasjonene på vestsiden av Topdalsfjorden ble plassert i god avstand fra Hånesbukta og tjener som referanser. Disse stasjonene vil ikke influeres av lokale forandringer i Hånesbukta.

De tre stasjonene i Hånesbukta inngikk også ved befaringen i 2000.

Stasjonsbilder som viser plassering og substrat på stasjonene er gitt i Vedlegg 8.2



Figur 2. Kart over Hånesbukta og ytre Topdalsfjorden med stasjoner for registrering av organismer i strandsonen.

3.2.2 Registrering

Organismesamfunnet i strandsonen (0-1 m dyp) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger (synlige i felt) og de vanligste fjæredyrene i et ca. 8 meter langt belte langs stranden. Metoden innebærer registrering ved fridykking. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en 4-delt subjektiv skala basert på % dekningsgrad: e = enkeltfunn, s = spredt, v = vanlig, d = dominerende. I tillegg til biologisk registrering ble det tatt stillbilder på stasjonene.

Arter som var vanskelig å identifisere i felt ble samlet inn og senere mikroskopert i laboratoriet.

Feltarbeid ble gjennomført 9. oktober 2003. Under feltarbeidet var det sol, lite vind og forholdsvis høy vannstand.

Undersøkelsen ble gjort på en tid av året med vanskelige lysforhold i sjøen og hvor sesongmessige sommeralger er sterkt redusert eller borte. Dette medfører at informasjonsinnholdet er lavere enn for undersøkelser gjennomført på sommerstid, noe som må tas hensyn til ved en eventuell sammenligning med framtidige undersøkelser.

3.3 Resultater

3.3.1 Artssammensetning

På alle stasjonene var det artsfattige organismesamfunn med generelt få arter av større fastsittende alger og fjæredyr. Visuelle observasjoner på stasjonene er gitt i Tabell 3, mens registreringene er gitt i Tabell 4.

Tabell 3. Visuelle observasjoner på de enkelte stasjonene i undersøkelsen

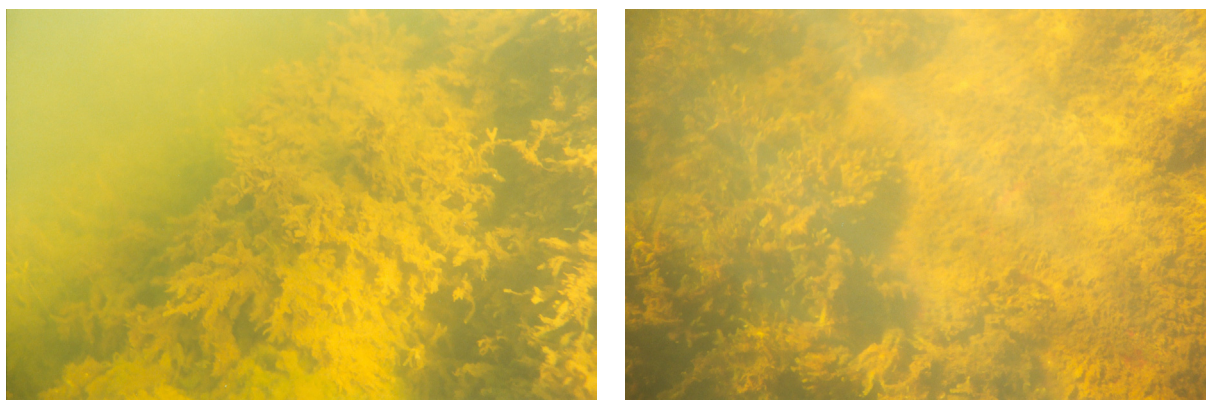
Stasjon	Lokalisering	Visuelle observasjoner
St. HÅ1	Innerst i Hånesbukta, mellom to røde hytter	Øverste 0.5-1 m ingen tang, rester etter tarmgrønske, mye sedimentert materiale. Dypere enn 1 m blæretang med mye brun påvekst, helt dekket. Rester etter grønnalgetepper på bunnen
St. HÅ2	Lite skjær, NØ i bukta	Øverst i sonen ingen større alger, marebek og blågrønnalger
St. HÅ3	Tange, ytre del SV i bukta	Blæretang på omkring 1 m dyp. Grisetang på 1.5 m dyp. Tangen fullstendig dekket av påvekst og sedimentert materiale.
St. HÅ4 – ref.st	Vollevika, liten odde og bukt nord for flaggstang	Lite tang, mye grønn dusk. Mye sedimentert materiale.
St. HÅ5 – ref.st	Topdalsstø	Øverste 0.5 m med grønn dusk og blågrønnalger, nedenfor spredt blæretang. Mye påvekst på tangen.

Tabell 4. Arter registrert i Hånesbukta og referansestasjoner på vestsiden av Topdalsfjorden.
Tegnforklaring: d= dominerende, v= vanlig, s= spredt, e= enkeltfunn, x= kun identifisert i mikroskop.

Arter	Norsk navn	Hånes 1	Hånes 2	Hånes 3	Vollevika	Topdalsstø
		HÅ1	HÅ2	HÅ3	HÅ4	HÅ5
Rødalger						
Aglaothamnion byssoides	Pyntehavpryd	s	s	s		e
Audouiniella sp.	Rødpusling		x			
Ceramium strictum-gr	Tynn rekeklo		x		x	
Hildenbrandia rubra	Fjæreblod	v	d	v-d	d	d
Polysiphonia stricta (=urceolata)	Røddokke	s	s	s-v		x
Brunalger						
Ascophyllum nodosum	Grisetang	s	s	s		e
Ectocarpales indet	Brunslie		x			
Fucus vesiculosus	Blæretang	d	d	s-v	s	s
Grønnalger						
Cladophora sp.	Grønn dusk	x	v	v	d	v-d
Enteromorpha intestinalis	Tarmgrønske	s	v-d		v	s
Enteromorpha sp.	Forgrenet tarmgrønske		x			
Rhizoclonium sp.	Viklesnøre	x				
Brlågrønnalger, diatomeer						
diatome-kjede på fjell		d	d	d	d	d
epifyttiske diatomeer		d	d	d	d	d
Calothrix/Verrucaria	Marebek	s	s		d	d
Fjæredyr						
Asterias rubens	Korstroll	s	s	s	s	s
Balanus sp.	Fjærerur	s	s	s	s	s
Carcinus maenas	Strandkrabbe	s	e			
Littorina littorea	Stor strandsnegl	s	s		s	s
Membranipora membranacea	Mosdyr	e-s	s	s		

Alle stasjonene var tydelig påvirket av ferskvannstilførsler, vist ved at større tangarter vokste dypere ned enn man normalt finner dem. Tang, mindre alger og fjell var preget av et tett dekke av fastsittende mikroalger (diatoméer) som danner fine lange kjeder (Fig. 3). Diatoméforekomstene kan forveksles med trådformete brunalger, men går i oppløsning ved håndtering. Den sterke diatoméveksten gjorde registreringen av andre arter noe vanskelig.

Referansestasjonene ligger noe mer utsatt til for bølgeslag enn stasjonene i Hånesbukta, noe som gav utslag i bl.a. noe mindre mengde grisetang og blæretang. Referansestasjonene hadde tett dekke av grønn dusk på fjell og noe mindre tangforekomster, men ellers var det store likheter mellom stasjonene.

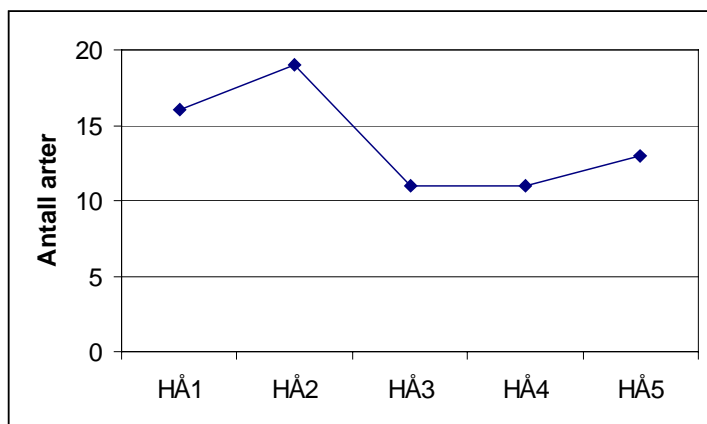


Figur 3. Tangvegetasjonen ved HÅ1 innerst i Hånesbukta og HÅ5 på vestsiden av Topdalsfjorden i oktober 2003. Tangen er fullstendig dekket av fastsittende mikroalger.

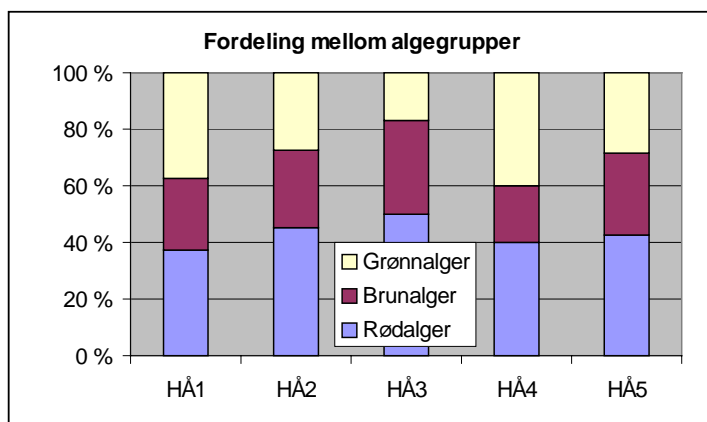
3.3.2 Antall arter og fordeling mellom algegruppene

Tilsammen ble det registrert 20 ulike arter i undersøkelsen, som er et ganske lavt antall arter. Flest arter ble registrert ved de to innerste stasjonene i Hånesbukta (16-19 arter), mens tre øvrige stasjonene hadde 11-13 arter (Figur 4). Fordelingen mellom algegruppene rødalger, brunalger og grønnalger viste at alle stasjonene med unntak av HÅ3 hadde en svært høy andel grønnalger (Figur 5).

Grønnalgeprosenten var 30-40% mens man regner en grønnalgeandel på 10-20% som normal i kystfarvann. Både sammenligning mellom antall arter og andel algegrupper må gjøres med forsiktighet ettersom undersøkelsen omfatter få arter. Det betyr at små endringer kan gjøre store utslag i fordelingene.



Figur 4. Antall arter registrert på stasjonene



Figur 5. Fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger i Hånesbukta (HÅ1, HÅ2, HÅ3) og på vestsiden av Topdalsfjorden (HÅ4, HÅ5)

3.4 Vurdering av resultatene

Undersøkelsen viste, i likhet med befaringen i 2000, at Hånesbukta hadde et redusert strandsonesamfunn som var preget både av stor ferskvannstilførsel og sedimentert materiale. Strandsonesamfunnet er allerede sterkt stresset og det kan forventes at tilstanden blir dårligere dersom vannsirkulasjonen reduseres eller det tilføres forurensninger. Dårligere tilstand vil komme til uttrykk ved økt andel av grønnalger og trådformede påvekstalger (sly) i strandsonen. Det er også mulig at forekomsten av mikroalger som fører til glatt fjell i vannkanten, kan tilta.

4. Miljøgifter og organisk innhold i bunnsedimenter

4.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Undersøkelser av bunnsedimentene gjennomføres for å dokumentere dagens tilstand med hensyn på forurensninger og organisk materiale. Svært mange aktuelle miljøgifter binder seg til finpartikulert materiale og samler seg derfor opp på steder med bløtt bunnsediment hvor finmateriale avsettes. Undersøkelser av miljøgifter i bunnsedimenter brukes rutinemessig i overvåking for å angi grad av forurensning. Som grunnlag for å vurdere tilstanden har SFT utarbeidet et system for karakterisering av forurensningsgrad basert på konsentrasjoner i bunnsedimentene (Molvær et al. 1997).

Innholdet av organisk materiale vil være en balanse mellom tilførsler og omsetning, det siste på grunn av at organisk materiale nedbrytes ved naturlige prosesser i sedimentet. Generelt vil imidlertid innholdet øke ved økte tilførsler. Blir tilførslene for store, overbelastes systemene og det utvikles hydrogensulfid i sedimentet ('råtten bunn'). Konsentrasjonen av organisk materiale, samt farge og lukt er derfor forhold som karakteriserer miljøtilstanden på bunnen.

Multiconsult (2000) undersøkte bunnsedimentene for innhold av bly, kadmium og kvikksølv.

4.2 Metodikk

4.2.1 Valg av parametre

I undersøkelsen er det analysert for innhold av metaller (bly, kadmium, kopper, kvikksølv og sink), tjærestoffer (PAH), polyklorerte bifenyl (PCB), tinnorganiske forbindelser (TBT) og olje. Tjærestoffer, TBT og olje er komponenter som er påvist å forekomme i høye konsentrasjoner i småbåthavner (Næs et al. 2002). Disse vil være spesielt aktuelle for oppfølgende undersøkelser etter at båthavnen er etablert. Metaller og PCB er mindre direkte relatert til båthold, men ble inkludert for å dekke et bredere spekter av forbindelser og etablere førsituasjonen knyttet til andre kilder. Kopper kan imidlertid forventes å øke, i og med at dette inngår som en vesentlig bestanddel i bunnstoff for båter.

Bunnsedimentene ble også analysert for innhold av finstoff og organisk materiale (totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN)). Innholdet av finstoff gir et uttrykk for strøm og vannbevegelser i området. Dersom vanngjennomstrømningen i Hånesbukta reduseres på grunn av båthavnen og flytekonstruksjoner i sjøen, vil dette kunne spores over tid ved at sedimentet blir mer finkornet.

Organiske innhold i bunnsedimentene kan tenkes å øke på grunn av begroing på konstruksjoner i båthavnen. I undersøkelsen er det også beregnet forholdstall mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet). Dette tallet kan antyde noe om materialets opprinnelse. Organisk materiale fra land (planterester, løvverk etc) har høyere karboninnhold enn materiale fra marin produksjon. Generelt betraktes C/N-verdier høyere enn 10 å indikere et betydelig innslag av organisk materiale fra land.

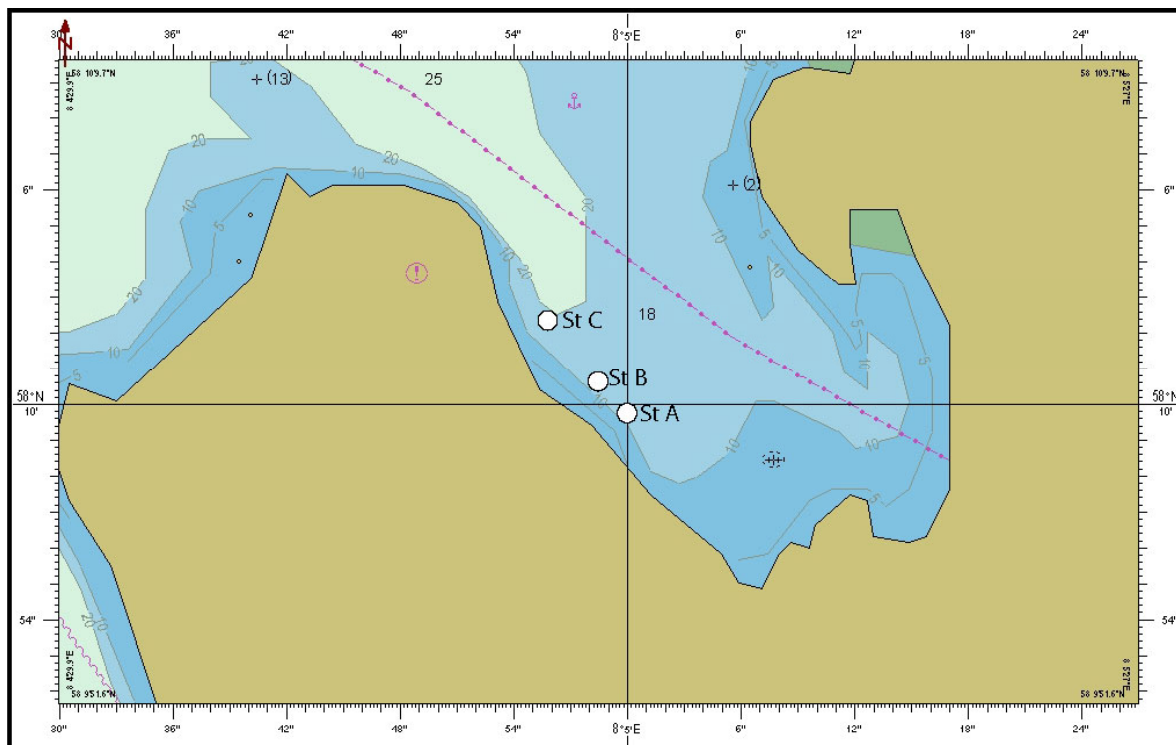
De fleste parametrene inngår i og er karakterisert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Systemet opererer med fem tilstandsklasser (Molvær et al. 1997). For miljøgifter spenner klassene fra ubetydelig/lite forurenset (tilstandsklasse I) til meget sterkt forurenset (tilstandsklasse V). Et utdrag av systemet med hensyn på TOC og miljøgifter er gitt i Vedlegg 8.3.

4.2.2 Stasjoner og prøvetaking

Sedimentprøvene ble tatt som en blandprøve av overflatesediment (0-2 cm) fra tre prøvetakingspunkter (St. A, B, C) i Hånesbukta (Figur 6). Disse var plassert i midre og ytre del av området der båthavnen vil bli anlagt, henholdsvis på 15, 13 og 20 m dyp. GPS-kordinater for prøvepunktene er gitt i Vedlegg 8.3.

Prøvene ble innsamlet med en liten håndgrabb av van Veen type. Grabben har luker på oversiden for uttak av overflatesediment. Grabben har et åpningsareal på 0.025 m².

Prøvetakingen fant sted 27. oktober 2003.



Figur 6. Lokalisering av prøvetakingspunkter for analyse av bunnsedimenter i Hånesbukta

4.2.3 Analyser

Sedimentets innhold av finstoff (silt og leir = partikler < 0.063 mm) ble bestemt ved våtsikting. Totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) i sedimentene er bestemt ved bruk av en CHN-analysator etter at karbonater er fjernet i syredamp.

Metallene er bestemt ved at prøven oppløses ved autoklavering med salpetersyre og analyseres med hjelp av atomabsorpsjon og grafittovn, bortsett fra kvikksølv som bestemmes med gullfelle og kalddamp atomabsorpsjon.

Organiske miljøgifter (PAH, PCB, TBT) og olje er bestemt ved å tilsette indre standarder og ekstrahere med organiske løsningsmidler. Ekstraktene har så gjennomgått ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer.

PAH-forbindelsene er kvantifisert ved bruk av GC med MS-detektor. I denne undersøkelse er 16 tetra- til heksasykliske forbindelser bestemt (PAH₁₆). PCB er bestemt ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangingsdetektor, GC/ECD. I denne undersøkelse er 7 forbindelser ('seven Dutch') bestemt. TBT er bestemt ved atom-emisjonsdetektor. Oljekomponenter (THC) er bestemt i gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID). Oljeinnholdet bestemmes ut fra alkanområdet C10-C40 ved sammenlikning med indre standard.

4.3 Resultater

4.3.1 Bunn sedimenter

Bunn sedimentet besto av mørk grå slam med lys brunt topplag. I ytre del av bukten (prøvepunkt C) var sedimentet mer sandig og olivenfarget. I prøvene var det sjømus, rørbyggende børstemark og skjellrester.

Analysene av sedimentet viste at dette var noe sandig med moderat innhold av finstoff (Tabell 5). Innholdet av organisk materiale var moderat høyt og tilsvarte tilstandsklasse III 'mindre god tilstand' etter SFTs kriterier. Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var høyt. Dette indikerer at det organiske materialet i stor grad var tilført fra land.

Tabell 5. Finstoff og organisk innhold i bunn sediment i Hånesbukta, blandprøve fra tre prøvepunkter på 15, 13 og 20 m dyp. Tilstandsklasse for totalt organisk karbon (TOC) er gitt i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Normert verdi for TOC angir omregning til teoretisk 100 % finstoff i sedimentet (Molvær et al. 1997).

Parameter	Forkortelse/spesifikasjon	Enhet	Verdi	Normert verdi	SFT klasse
Tørrstoff	TTS	%	43.3		
Finstoff	Andel partikler <0.063 mm	%	56.0		
Totalt organisk karbon	TOC	mg/g	24.1	32.0	III 'mindre god'
Totalt nitrogen	TN	mg/g	1.5		
Karbon/nitrogen-forhold	C/N	-	16		

4.3.2 Miljøgifter i bunn sedimentene

Generelt var det lavt innhold av de fleste miljøgiftene i bunn sedimentene (Tabell 6). I henhold til SFTs kriterier var sedimentene lite til moderat forurenset av metaller og tjærestoffer.

Det ble funnet forhøyde verdier for polyklorerte bifenyler (PCB), hvor sedimentene karakteriseres som markert forurenset, og TBT hvor sedimentene karakteriseres som sterkt forurenset.

Sedimentene var lite til moderat påvirket av olje. Verdien var under deteksjonsgrensen for analysen, men i dette tilfellet ble en forholdsvis grov metode med høy deteksjonsgrense benyttet. Det er ikke utarbeidet kvalitetskriterier for forurensning av olje i sedimentene

Fullstendige resultater fra analysene er gitt i Vedlegg 8.3.

Tabell 6. Konsentrasjon av metaller, tjærestoffer (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB), begroingshindrende midler (TBT) og olje i bunn sediment i Hånesbukta, blandprøve fra tre prøvepunkter på 15, 13 og 20 m dyp. Alle verdier er gitt for tørt sediment. Tilstandsklasser er gitt i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997).

Parameter	Enhet	Verdi	SFT tilstandsklasse
<i>Metaller</i>			
Kadmium (Cd)	mg/kg	0.2	I 'lite forurenset'
Kobber (Cu)	mg/kg	28.7	I 'lite forurenset'
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0.28	II 'moderat forurenset'
Bly (Pb)	mg/kg	37.8	II 'moderat forurenset'
Sink (Zn)	mg/kg	107	I 'lite forurenset'
<i>Organiske miljøgifter</i>			
PAH ¹⁾	µg/kg	1100	II 'moderat forurenset'
KPAH ²⁾	µg/kg	468	-
NPD ³⁾	µg/kg	122	-
PCB ⁴⁾	µg/kg	27.4	III 'markert forurenset'
<i>Tinnorganiske forbindelser</i>			
TBT (tinnvekt)	µgSn/kg	9.96	
TBT (molekylvekt) ⁵⁾	µg/kg	24.3	IV 'sterkt forurenset'
<i>Olje</i>			
Sum oljer	mg/kg	< 200	-

1) Sum av 16 tri- til hexasykliske PAH-forbindelser

2) Sum av potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelser

3) Sum av lette forbindelser (naftalener, fenantrener og dibenzotiofener)

4) Sum av 7 forbindelser (betegnes nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)

5) TBT målt som tinnvekt multipliseres med 2.44 for å få vekt av hele forbindelsen

4.4 Vurdering av resultatene

Multiconsult (2000) undersøkte bunn sedimentene på 7 m dyp helt innerst i Hånesbukta og på 15 m der båthavnen skal anlegges. Sedimentet besto av leire med et tynt lag organisk materiale på toppen. Det organiske innholdet var høyt på den innerste stasjonen. Organisk innhold ble målt ved glødetap, men omregnet til TOC (divisjon med faktor på 2.5–4.5) viste disse målingene tilsvarende eller noe lavere verdier enn hva som ble funnet i denne undersøkelsen.

I undersøkelsen ble også bly, kadmium og kvikksølv analysert. Verdiene var lave til moderate og falt i klasse I for kadmium og klasse II for bly og kvikksølv etter SFTs kriterier (Multiconsult 2000). Disse resultatene er i godt samsvar med hva som ble funnet i denne undersøkelsen.

Verdien for PCB kan tyde på en kilde til forurensning i området.

Verdien for TBT var høy, men dette kan nok i hovedsak tilskrives vanlig båthold i området. Det er vanlig å finne forhøyde TBT-verdier i kystområder. Forurensningen var lavere enn i havner på Agder hvor TBT-nivået generelt var i størrelsesorden 30-200 µg/kg (Næs et al. 2000) og vesentlig lavere enn i småbåthavner på Agder hvor verdiene i de fleste tilfellene var høyere enn 200 µg/kg (Næs et al. 2002). TBT benyttes som begroingshindrende middel i bunnstoff og skipsmaling, men har sterke miljøskadelige effekter og har i Norge vært forbudt brukt på båter mindre enn 25 m siden 1989.

Verdiene for olje var moderate til lave. Til sammenligning kan nevnes at nivået rundt oljeinstallasjoner i Nordsjøen kan være fra 300-500 mg/kg og høyere, mens bakgrunnskonsentrasjoner i upåvirkede områder ligger såvidt lavt som 2-20 mg/kg (Mannvik et al. 2002). I småbåthavner på Agder ble det funnet konsentrasjonene fra 900 til 5000 mg/kg (Næs et al. 2002).

5. Konklusjoner

Denne undersøkelsen har vist:

- Tilførsler av forurensningskomponenter til Hånesbukta fra vei er generelt lave sett i relasjon til samlet avrenning fra omkringliggende nedbørfelt og fortykning ved innblanding i sjøvann. For de fleste komponenter er konsentrasjonene ikke høyere enn normalkonsentrasjoner i sjøvann.
- På fjell og fast underlag i strandsonen var naturlig algevegetasjon artsfattig og tydelig påvirket av ferskvannstilførsler. Det var også få arter av fjæredyr tilstede. Ferskvannspåvirkningen skyldes tilførsler av elvevann fra Topdalselva som skaper et brakkvannslag i hele Topdalsfjorden.
- I strandsonen var det høy andel av grønnalger og tett dekke av mikroalger på fjell og vegetasjon. Dette er en følge av begrenset vannsirkulasjon i overflatelaget og tilførsler av næringssalter
- Bunnsedimentene var normale friske med noe forhøyd organisk innhold. I bunnsedimentet var det naturlig fauna tilstede
- Sedimentene var generelt lite forurenset av miljøgifter, men det var forhøyde verdier for polyklorerte bifenyler (PCB) og tinnorganiske forbindelser (TBT). Innhold av olje var moderat til lavt.

Samlet sett gir undersøkelsene inntrykk av at tilstanden i Hånesbukta er rimelig god, tatt i betrakning at dette er et beskyttet indre fjordområde med begrenset vannutskiftning og nærhet til bosetningsområder og trafikkarealer. Hånesbukta vil være sårbar for økte tilførsler av forurensninger og næringssalter.

6. Program for etterundersøkelser

Etablering av småbåthavn og aktiviteten dette medfører kan påvirke miljøforholdene i Hånesbukta ved redusert utskiftning av overflatevann, tilførsler og opphopning av organisk materiale og tilførsler av forurensningskomponenter.

Redusert vannutskiftning vil føre til forsterket avsetning av partikler i strandsonen. Avsetningen vil være synlig på fjell og vegetasjon. Samtidig vil flytestoffer i større grad enn nå kunne oppholdes i området.

Tilførsler og opphopning av organisk materiale vil kunne føre til overbelastning av bunnsedimentene med utvikling av sort sediment som lukter av hydrogensulfid ('råtten' bunn). Tilførslene vil også kunne forsterke vekst av grønnlager og påvekststalger i strandsonen som følge av at næringssalter frigjøres fra nedbrutt organisk materiale.

Tilførsler av forurensningskomponenter kan føre til økte konsentrasjoner av miljøgifter i området. Dette vil lettest kunne spores i bunnsedimentene. De fleste miljøgiftene binder seg til fine partikler som avsettes i bløtbunnsområder. Det er spesielt oljekomponenter, tjærestoffer (PAH) og miljøgifter fra bunnstoff som kan føre til forurensningsproblemer i småbåthavner.

Oppfølgende overvåking i Hånesbukta for å dokumentere eventuelle effekter av båthavnen må utføres mest mulig sammenlignbart med foreliggende undersøkelse. Undersøkelsen bør omfatte:

- strandsoneregistreringer, utført med samme metodikk og på samme stasjoner som i foreliggende undersøkelse
- analyse av organisk innhold og miljøgifter i bunnsedimenter på samme prøvepunkter som i foreliggende undersøkelse

Oppfølgende undersøkelser, spesielt strandsoneregistreringer, bør utføres på høsten for å unngå sesongvariasjoner. For miljøgifter bør det som et minimum analyseres for kobber, bly, sink, kvikksølv, tjærestoffer (PAH), tinnorganiske forbindelser (TBT) og oljekomponenter.

7. Referanser

- Amundsen CE, Roseth R. 2003. Forslag til utslippsfaktorer fra veg til vann og jord i Norge. Forslag basert på eksisterende datamateriale. Jordforsk-rapport, under utarbeidelse.
- Andersen S, Snilsberg P, Amundsen CE, Olsen RD. 1995. Miljøkjemisk undersøkelse av tunnelvasking. Jordforsk rapport 31/95. Jordforsk. Ås.
- Bækken T, Robertsen KR, Rognerud B, Åstebøl SO. 1996. Ny E18 i Nordre Vestfold. Plan for overvannshåndtering, parsell 5 Bringsaker Skjeggestad. Rapport GeoFuturum/NIVA Oppdrag 6.0700 013.
- Lindholm 2003. Pers. meddelelse, basert på SFT/NIVA-rapport som er under trykking "Forurenset sediment – tilførsel av miljøgifter fra vegtraffik"
- Mannvik HP, Pettersen A, Lie Gabrielsen K, Mikkola F. 2002. Miljøundersøkelse i Region III, 2001. Akvaplan-niva rapport 411.2230. 356 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT 97:03, TA-1467/1997.
- Molvær J, Rygg B, Oug E. 2003. Overvåking av Topdalsfjorden og Ålefjærfjorden, Kristiansand kommune, 2002-2003. Tilførsler, vannkvalitet, bløtbunnsfauna og sedimenter. NIVA rapport 4745-2003. 48 s.
- Multiconsult 2000. Hånesbukta småbåthavn, vurdering av forurensning. Rapport til Kristiansand Havnevesen. Multiconsult as. Kristiansand. 12 s + vedlegg
- NIVA 2000. Strandsonebefaring Hånesbukta, Kristiansand. Notat NIVA Sørlandsavdelingen, Grimstad. 6 s.
- Næs K, Knutzen J, Håvardstun J, Kroglund T, Lie MC, Knutsen MA, Wiborg ML. 2000. Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig prog. forurensningsovervåk. rap. 799/00, SFT/NIVA. (NIVA rapport nr. 4232-2000). 139 s.
- Næs K, Oug E, Håvardstun J. 2002. Miljøgifter i småbåthavner i Aust-Agder 2000. Metaller, klororganiske forbindelser, PAH, TBT og olje i bunnsedimenter. NIVA rapport 4473-2002. 37 s.
- NVE 1987. Avrenningskart over Norge. Norges vassdrags- og energiverk. 8 kartblad.
- Olvik G, Nimfeldt J. 2001. Dagvattenbelastning på sjöar och vattendrag i förhållande til andra föroreningskällor. Vägverket Publ 2001:114. Vägverket, Borlänge, Sverige.
- Oug E, Kroglund T. 2001. Konsekvensutredning for utvidet småbåthavn i Barselkilen, Grimstad kommune. NIVA rapport 4302. 20 s.
- Roseth R, Snilsberg P, Hartnik T. 2001. Naturbaserte behandlingsanlegg for vegavrenning - undersøkelse av rensegrad og anleggsfunksjon for tre anlegg langs ny E6 Korsegården - Vassum i Ås kommune. Jordforsk rapport 52/01. Jordforsk. Ås.
- Snilsberg P, Amundsen CE, Roseth R. 2002. Naturbaserte behandlingsanlegg for vegavrenning - undersøkelse av rensegrad og anleggsfunksjon for tre anlegg langs ny E6 Korsegården - Vassum i Ås kommune i 2000 og 2001. Jordforsk rapport 13/02.
- Stormtac 2003. Database for svenske undersøkelser av forurensningskomponenter i overvann fra trafikkerte arealer. Internett <http://www.stormtac.com>

8. Vedlegg

8.1 Veganlegg omkring Hånesbukta



Utsnitt av veibane og omkringliggende nedbørfelt til E18 ved Hånesbukta

8.2 Strandsonenundersøkelser

8.2.1 Stasjonsfoto fra strandsonundersøkelsene



Stasjon HÅ1: innerst i Hånesbukta



Stasjon HÅ 4 referanse: Vollevika, liten odde



Stasjon HÅ2: lite skjær NØ i Hånesbukta



Stasjon HÅ 5 referanse: Topdalsstø



Stasjon HÅ3: tange, ytre del SV i Hånesbukta

8.3 Bunnsedimenter

SFTs klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller, tinnorganiske forbindelser (TBT), tjærestoffer (PAH) og polyklorerte bifenylar (PCB) i sedimenter (fra Molvær et al. 1997).

		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig – Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Sedimenter (tørrvekt)	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	> 10000
	Bly (mg Pb/kg)	< 30	30 – 120	120 – 600	600 – 1500	> 1500
	Kadmium (mg Cd/kg)	< 0.25	0.25 – 1	1 – 5	5 – 10	> 10
	Kobber (mg Cu/kg)	< 35	35 – 150	150 – 700	700 – 1500	> 1500
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0.15	0.15 – 0.6	0.6-3	3-5	> 5
	TBT (µg/kg)	< 1	1-5	5-20	20-100	> 100
	Σ PAH (µg/kg) ¹⁾	< 300	300 – 2000	2000 – 6000	6000 – 20000	> 20000
	Σ PCB ₇ (µg/kg) ²⁾	< 5	5 – 25	25 – 100	100 – 300	>300

1) Σ PAH: sum av tri- til hexacycliske forbindelser. Omfatter alle potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH).

2) Σ PCB₇: sum av de syv enkeltforbindelsene nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

GPS-posisjoner for prøvetakingspunkter for bunnsediment

Prøvetakingspunkt	Lokalisering	Dyp	GPS-posisjon
A	innerst	15.5 m	58.09.998 8.04.997
B ¹⁾	midt	13 m	58.10.016 8.04.975
C	ytterst	20 m	58.10.048 8.04.934

1) Prøvetakingspunktet måtte flyttes fra midtlinje mellom A og C pga steinet bunn.

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
 0411 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn **Hånesbukta**
 Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2003-2544
 O.nr. O 23424

08.01.04

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Blandprøve A B C		2003.10.28	2003.11.10-2003.11.21

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	Metode	1
	Tørrstoff	%	B 3	43,3
	Kornfordeling <63µm	% t.v.	Intern*	56
	Nitrogen, total	µg/mg N TS	G 6	1,5
	Karbon, org. total	µg/mg C TS	G 6	24,1
	Kadmium	µg/g	E 9-5	0,2
	Kobber	µg/g	E 9-5	28,7
	Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,28
	Bly	µg/g	E 9-5	37,8
	Sink	µg/g	E 9-5	107
	Polyklorertbifenyl 28	µg/kg t.v.	H 3-3	<2
	Polyklorertbifenyl 52	µg/kg t.v.	H 3-3	<2
	Polyklorertbifenyl101	µg/kg t.v.	H 3-3	3,1
	Polyklorertbifenyl118	µg/kg t.v.	H 3-3	1,8
	Polyklorertbifenyl153	µg/kg t.v.	H 3-3	8,7
	Polyklorertbifenyl138	µg/kg t.v.	H 3-3	9,1
	Polyklorertbifenyl180	µg/kg t.v.	H 3-3	4,7
	Sum PCB	µg/kg t.v.	Beregnet*	27,4
	Seven Dutch	µg/kg t.v.	Beregnet*	27,4
	Naftalen i sediment	µg/kg t.v.	H 2-3	28
	Acenaftilen	µg/kg t.v.	H 2-3	8,9
	Acenaften	µg/kg t.v.	H 2-3	12
	Fluoren	µg/kg t.v.	H 2-3	10
	Fenantren	µg/kg t.v.	H 2-3	94
	Antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	17
	Fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	150
	Pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	130
	Benz(a)antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	64
	Chrysen+trifenylen	µg/kg t.v.	H 2-3	82
	Benzo(b)flu.	µg/kg t.v.	H 2-3	130
	Benzo(k)flu.	µg/kg t.v.	H 2-3	55

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

ANALYSE RAPPORT



(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Blandprøve A B C		2003.10.28	2003.11.10-2003.11.21

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	Metode	1
	Benzo(a)pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	70
	Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	130
	Dibenz(a,c/a,h)ant.	µg/kg t.v.	H 2-3	19
	Benzo(ghi)perylene	µg/kg t.v.	H 2-3	100
	Sum PAH	µg/kg t.v.	Beregnet*	1099,9
	Sum KPAH	µg/kg t.v.	Beregnet*	468
	Sum NPD	µg/kg t.v.	Beregnet*	122
	Monobutyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*	0,68
	Dibutyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*	1,89
	Tributyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*	9,96
	Monophenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*	<0,61
	Diphenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*	<0,43
	Triphenyltinn	µgSn/kg tv	H 14-1*	0,95
	Oljer, sum	µg/g t.v.	Intern*	<200

* : Analysemetoden er ikke akkreditert.

Sum PCB er summen av polyklorerte bifenyler som inngår i denne rapporten.

Seven dutch er summen av polyklorerte bifenyler 28,52,101,118,138,153 og 180.

Sum NPD er summen av naftalener, fenantrener og dibenzotiofener.

Sum KPAH er summen av Benz(a)antracen, Benzo(b+j,k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c/a,h)antracen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

Kommentarer

- 1 Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.
Tinnorganisk er analysert hos Jordforsk

Norsk institutt for vannforskning

Karin Lang-Ree
Laboratoriesekretær

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper