

Oppfølgende undersøkelser i sjøområdet i Hånesbukta småbåthavn, Kristiansand



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Oppfølgende undersøkelser i sjøområdet i Hånesbukta småbåthavn, Kristiansand	Løpenr. (for bestilling) 5710 - 2008	Dato 30. desember 2008
	Prosjektnr. Undernr. O - 28400	Sider Pris 38
Forfatter(e) Eivind Oug Tone Kroglund Jarle Håvardstun	Fagområde Overvåking marin	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket CopyCat AS

Oppdragsgiver(e) Kristiansand Eiendom KF	Oppdragsreferanse Johan Rasmussen
---	--------------------------------------

Sammendrag

I Hånesbukta i Topdalsfjorden, Kristiansand kommune, er det nylig anlagt en småbåthavn med flytebrygger for ca. 380 småbåter. Foreliggende undersøkelse følger opp en tilstandsundersøkelse like før utbyggingen for å dokumentere eventuelle effekter av båthavnen. Undersøkelsene har vært gjennomført etter samme program og omfatter organismer i strandsonen og miljøgifter i bunnsedimenter. I strandsonen var det artsfattige organismsamfunn som var preget av ferskvannspåvirkning. Det kunne ikke påvises nevneverdige endringer i forhold til tilstanden før utbygging. Bunnsedimentene var normalt friske og hadde moderat innhold av finstoff. Generelt var det lavt innhold av miljøgifter med konsentrasjoner på bakgrunnsnivå for de fleste metaller og tjærestoffer (PAH), men det ble funnet noe forhøyde verdier for kvikksølv, polyklorerte bifenyler (PCB) og tinnorganiske forbindelser. Alle miljøgiftene hadde lavere konsentrasjoner enn i 2003. Bunnsedimentet var mer sandholdig enn i 2003, trolig som følge av tilførsel av sand eller forstyrrelser under anleggsarbeidet som har vasket ut finstoff. Hydrografiske profiler fra tre lokaliteter viste at vannmassene i Hånesbukta står i åpen forbindelse med vannmassene i Topdalsfjorden. Videre oppfølgende undersøkelser bør gjennomføres etter samme program, eventuelt med kontrollundersøkelser i strandsonen om sommeren.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøundersøkelse Småbåthavn Miljøgifter Strandsone 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Environmental monitoring Leisure vessel harbour Micro-pollutants Intertidal species communities
---	---


Eivind Oug
Prosjektleder


Mats Walday
Forskningsleder


Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

**Oppfølgende undersøkelser i sjøområdet i
Hånesbukta småbåthavn, Kristiansand**

Forord

Kristiansand kommune har nylig anlagt en småbåthavn i Hånesbukta ved Topdalsfjorden. I bystyrets vedtak om utbygging av 7.3.2001 påpekes at det ved utbygging av havnen skal tas hensyn til miljøforhold og faren for forurensninger i området. I 2003 ble det foretatt en tilstandsundersøkelse av Hånesbukta før anleggsstart som omfattet undersøkelser av organismesamfunn i strandsonen og miljøgifter i sedimenter.

Som en videre oppfølging av bystyrets vedtak har Kristiansand Eiendom KF, som eiere av kommunens småbåthavner, ønsket å gjennomføre en ny undersøkelse etter utbygging av havnen. I den forbindelse henvendte ViaNova Kristiansand AS seg til NIVA 24.6.2008 med forespørsel om å gjennomføre en oppfølgende undersøkelse. Forslag til program for etterundersøkelser ble utarbeidet i rapporten fra 2003. NIVA aksepterte å gjennomføre en ny undersøkelse i henhold til programmet i svar av 26.6.2008.

Feltarbeidet ble gjennomført av Tone Kroglund og Jarle Håvardstun. Tone Kroglund har vært ansvarlig for undersøkelsen av strandsoneorganismer, mens Eivind Oug og Jarle Håvardstun har vært ansvarlige for undersøkelsen av miljøgifter. Analyser av sedimenter og miljøgifter er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo.

Kontaktperson for prosjektarbeidet har vært Johan Rasmussen, Kristiansand Eiendom KF. Saksbehandler hos ViaNova Kristiansand AS har vært Roar V. Bruun.

Grimstad, 30. desember 2008

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	9
1.4 Tilstanden i Hånesbukta før utbygging av småbåthavnen	10
1.5 Mål for undersøkelsen	10
2. Algevegetasjon og fauna i strandsonen	11
2.1 Bakgrunn for undersøkelsen	11
2.2 Metodikk	11
2.2.1 Feltmetodikk strandsone	11
2.2.2 Valg av stasjoner	11
2.2.3 Tidspunkt for undersøkelsen	12
2.3 Resultater	13
2.3.1 Artssammensetning	13
2.3.2 Antall arter og fordeling mellom algegruppene	14
2.4 Vurdering av resultatene	15
3. Miljøgifter og organisk innhold i bunnsedimenter	17
3.1 Bakgrunn for undersøkelsen	17
3.2 Metodikk	17
3.2.1 Valg av analyseparametre	17
3.2.2 Stasjoner og prøvetaking	17
3.2.3 Analyser	18
3.2.4 Bedømming av tilstand	19
3.3 Resultater	19
3.3.1 Bunnsedimenter	19
3.3.2 Miljøgifter	21
3.3.3 Sammenligning med forundersøkelsen	21
3.4 Vurdering av resultatene	23
4. Vannmasser og vannutskiftning	25
4.1 Bakgrunn for undersøkelsen	25
4.2 Metodikk	25
4.3 Resultater	26

5. Konklusjoner	29
6. Litteratur	30
Vedlegg A. Strandsoneundersøkelser	31
Vedlegg B. Miljøgifter i bunnsedimenter	36

Sammendrag

Kristiansand kommune har i perioden 2004-2006 anlagt en ny småbåthavn for 380 småbåter i Hånesbukta på østsiden av Topdalsfjorden. Båthavnen er bygget ut med flytebrygger og en bølgebryter. I båthavnen er det anlagt parkeringsplass ved delvis utfylling i strandsonen som benyttes for båttopplag om vinteren. Hånesbukta er et lokalt bølgebeskyttet område med dyp til ca. 20 m, men har åpen forbindelse med vannmassene i Topdalsfjorden. I overflaten er det et 1-3 m dypt brakkvannslag.

I forbindelse med utbyggingen ble det i 2003 foretatt en tilstandsundersøkelse av Hånesbukta før anleggsstart som omfattet undersøkelser av organismesamfunn i strandsonen og miljøgifter i sedimenter. Foreliggende undersøkelse har hatt som mål å dokumentere eventuelle endringer i miljøtilstanden etter anleggelse av småbåthavnen. Undersøkelsen har omfattet samme fagelementer og analyser som i forundersøkelsen.

Undersøkelsene av organismesamfunn i strandsonen ble gjennomført for å karakterisere miljøtilstanden i de øvre vannlag. Undersøkelsen ble foretatt i oktober 2008 og følger direkte opp undersøkelsen i 2003 med analyser av organismesamfunn på de samme lokalitetene. Undersøkelsen omfattet tre stasjoner i Hånesbukta og to referansestasjoner på motsatt side av Topdalsfjorden.

Undersøkelsen viste, i likhet med undersøkelsen i 2003, at stasjonene hadde et artsfattig organismesamfunn som bar tydelig preg av ferskvannspåvirkning. Organismesamfunnet var dominert av små hurtigvoksende arter, og de større tangartene vokste dypere ned enn normalt på grunn av den lave saltholdigheten i overflatevannet. Andelen grønnalger var høy og i Hånesbukta var det mye påvekst av fastsittende diatomeer og sedimentert materiale på både alger og fjell.

Resultatene tyder på at strandsamfunnet ikke er nevneverdig endret etter anleggelse av båthavna. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det kan forekomme økt begroing av hurtigvoksende påvekstalger ('sly') i sommersesongen på flytebrygger og strandområder med god lokal beskyttelse.

Undersøkelsen av miljøgifter i bunnsedimentene omfattet metaller (bly, kadmium, kopper, kvikksølv og sink), tjærestoffer (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB), tinnorganiske forbindelser og olje. De samme komponentene ble analysert ved forundersøkelsen i 2003. I tillegg ble bunnsedimentene analysert for innhold av finstoff og organisk materiale (TOC, TN). Sedimentprøvene ble tatt som en blandprøve av overflatesediment (0-2 cm) fra tre prøvetakingspunkter i båthavnen. Prøvene ble innsamlet med en 0,025 m² van Veen håndgrabb. Prøvetakingen ble gjennomført 9. oktober 2008.

Resultatene viste at innholdet av miljøgifter generelt var lavt. For mange av forbindelsene var konsentrasjonene på bakgrunnsnivå, men det ble funnet noe forhøyde verdier for kvikksølv, PCB og tinnorganiske forbindelser (TBT). Disse forbindelsene hadde også forhøyde verdier ved forundersøkelsen i 2003. Alle miljøgiftene hadde lavere konsentrasjoner enn i 2003. Dette kan knyttes til at sedimentet hadde lavere andel finstoff og lavere vanninnhold enn i 2003. Trolig kan bunnsedimentet ha blitt forstyrret i anleggsperioden ved tilførsel av sand eller utvasking av finstoff slik at dette har fortynnet innholdet av miljøgifter.

På tre lokaliteter i Hånesbukta og Topdalsfjorden ble det tatt hydrografiske profiler. I Hånesbukta var det et markert brakt overflatelag ned til 1,5-2 meters dyp med svært lav saltholdighet. Fra ca. 2 til 3 meters dyp var det et kraftig sprangsjikt med sterk økning i saltholdigheten. Alle profilene hadde stor innbyrdes likhet og viste at vannmassene i Hånesbukta står i åpen forbindelse med vannmassene i Topdalsfjorden.

Samlet sett har undersøkelsen ikke vist negative miljøeffekter i Hånesbukta etter utbyggingen av småbåthavnen. Det er imidlertid forholdsvis kort tid siden havnen ble satt i drift, og det kan gå mer tid før eventuelle effekter blir tydelige. For å overvåke utviklingen i området anbefales det å foreta senere oppfølgende undersøkelser på samme prøvepunkter og med samme metodikk. Det kan også være ønskelig å foreta kontrollundersøkelser i strandsonen om sommeren, som er den tid av året når båthavnens forventes å ha størst innvirkning på sirkulasjonen av overflatevann.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Kristiansand kommune vedtok i 2001 å anlegge en ny småbåthavn i Hånesbukta på østsiden av Topdalsfjorden. Utbyggingen ble foretatt i perioden 2004-2006 med en senere utvidelse i februar 2008. I båthavnen er det plass til 380 småbåter. Havnen er bygget ut med flytebrygger og en bølgebryter ytterst. Ved båthavnen er det parkeringsplass som benyttes for båtopplag om vinteren. Parkeringsområdet er delvis anlagt ved utfylling i strandsonen og avgrenses mot sjøen av en langsgående forstøtningsmur som flytebryggene løper ut fra. Avrenningsvannet fra parkeringsområdet samles opp i et lukket system hvor det passerer gjennom en slam- og oljeavskiller før det slippes ut i sjøen.

I bystyrets vedtak fra 2001 inngår det at det ved utbyggingen skal tas hensyn til miljøforhold og faren for forurensninger i området. Som en følge av vedtaket ble det utført en miljøundersøkelse av sjøområdet like før utbyggingen startet. Det ble også gitt et forslag til etterundersøkelser for å kunne dokumentere eventuelle miljøendringer som kan tilskrives båthavnen. Foreliggende undersøkelse er gjennomført i henhold til programmet for etterundersøkelser og har som mål å beskrive miljøtilstanden etter utbygging og en tids drift av havnen.

Hånesbukta er et lokalt beskyttet område med begrenset vannutskiftning. Hovedproblemet ved utbyggingstiltaket forventes å være nedsatt vannsirkulasjon som følge av bryggeanlegg og fortoyde båter. Dette kan føre til at forurensninger samles opp i bukta eller at vannkvaliteten generelt blir dårligere. Denne undersøkelsen har hovedvekt på miljøtilstanden i strandsonen og grunne områder, samt forurensninger som kan knyttes til båtholdet.

1.2 Miljøforhold i småbåthavner

I alle småbåthavner vil det være tilførsler av forurensninger til sjøen i større eller mindre grad. Tilførslene kommer i hovedsak fra 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. På brygger, tauverk og flytelegemer vil det danne seg naturlig begroing av blåskjell, rur, alger etc. Begroingsorganismene vil over tid falle til bunns og råtne når organismene frigjøres, enten naturlig eller ved mekanisk rensing (Oug og Kroglund 2001, Oug m.fl. 2006).

Faste konstruksjoner og flytebrygger vil redusere vannsirkulasjonen i vannmassene. Dette kan føre til at effektene av forurensninger og organiske tilførsler forsterkes. Spesielt i strømbakevjer vil det være fare for økt avsetning av forurensninger. Forandringer i overflatestrømmer vil også ha betydning for hvor forurensninger på overflaten, for eksempel olje og eventuelt søppel, vil drive og kunne treffe land i områdene omkring.

Undersøkelsene i småbåthavner har vist at bunnsedimentene ofte er betydelig forurenset av oljekomponenter og miljøgifter (Næs mfl. 2002, Møskeland og Nøland 2004). Av miljøgifter er det først og fremst tjærestoffer (PAH), metaller og tinnorganiske forbindelser (TBT) fra bunnstoffer som kan finnes i høye konsentrasjoner. I tillegg er bunnsedimentene ofte organisk overbelastet og sorte fra utvikling av hydrogensulfid. Nedfall av begroingsorganismer er trolig en viktig årsak til overbelastning av bunnsedimentene, sammen med nedsatt vannutskiftning. Utenfor båthavnen synes spredning av flytestoffer å være et hovedproblem. Undersøkelser av småbåthavner som er plassert i

områder med ålegrasvegetasjon, har vist at det ofte er et skarpt skille fra sterkt forurenset bunn i båthavnen til frisk vegetasjon utenfor.

1.3 Beskrivelse av området

Hånesbukta ligger på østsiden av Topdalsfjorden like sør for boligområdet Hånes (**Figur 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. I indre del av bukten er det et langgrunnt område, mens det stort sett er fast fjell og stein i fjæra 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 overflaten. Dypvannet i Topdalsfjorden kan ha stagnasjonsperioder på opptil 8 måneder og perioder med dårlige oksygenforhold (Molvær mfl. 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.

Småbåthavnen ligger på sydvestsiden av Hånesbukta. Båthavnen strekker seg fra bunnen av bukta og ca. 500 m utover langs land. Utenfor båthavnen er det et område med skogdekke ned til strandsonen. På nordøstsiden av Hånesbukta er det bebyggelse og tilførselsveier til boligfeltet på Hånes. Ved indre del av bukta passerer hovedriksveien E18. I indre del av bukta ligger et lite båtvrak som kan lekke noe olje. Før utbygging av båthavnen var det fortøyningsplasser for ca 50 småbåter i området. Tidligere var det opplagsplass for ubåter i bukta.



Figur 1. Kartutsnitt over Hånesbukta og ytre del av Topdalsfjorden, Kristiansand kommune.

1.4 Tilstanden i Hånesbukta før utbygging av småbåthavnen

Undersøkelsen som ble gjennomført like før utbyggingen av småbåthavnen viste at tilstanden i Hånesbukta var rimelig god, tatt i betraktning at området er beskyttet og ligger nær til bosetningsområder og trafikkarealer (Oug mfl. 2003). Ved undersøkelsen ble det foretatt registreringer av fastsittende alger og fjæredyr i strandsonen og analyser av miljøgifter i bunnsedimenter. I tillegg ble det gjort en beregning av tilførsler av forurensningskomponenter fra veitrafikken på E18. Undersøkelsen i strandsonen viste at algevegetasjonen var artsfattig og preget av ferskvannspåvirkning. Artssammensetningen bar preg av at Hånesbukta tilføres næringssalter og har nedsatt vannsirkulasjon i overflatelaget. Bunnsedimentene var normalt friske og lite til moderat forurenset av metaller og tjærestoffer (PAH), men markert forurenset av PCB og tinnorganiske forbindelser. Beregningene av tilførsler fra veitrafikk viste at tilførslene generelt er lave og ikke vil ha noen praktisk betydning for vannkvaliteten i bukta (Oug mfl. 2003).

Tidligere er det foretatt en enkel undersøkelse som omfattet kartlegging av forurensningstilførsler, analyse av bunnsedimenter og befaring av strandsonen (Multiconsult 2000, NIVA 2000). Undersøkelsen framhevet at Hånesbukta har dårlig vannutskiftning som gjenspeiles både i bunnsedimentene, som hadde generelt høyt organisk innhold, og i strandsonen som var preget av artsfattig algevegetasjon. 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

Hovedmålet med undersøkelsen er å dokumentere eventuelle endringer i miljøtilstanden i Hånesbukta etter anleggelse av småbåthavnen. Spesifikt har undersøkelsen hatt som mål:

- Sammenligne dagens miljøtilstand med tilstanden i området før utbygging av båthavnen
- Avklare i hvilken grad eventuelle endringer kan knyttes til småbåthavnen
- Gi grunnlag for videre overvåking

Faglig inneholder undersøkelsen to hovedelementer:

- undersøkelser av vegetasjon og begroingsorganismer i strandsonen
- undersøkelse av organisk innhold og miljøgifter i bunnsedimenter

Undersøkelsen er direkte sammenlignbar med undersøkelsen før båthavnen ble anlagt. I undersøkelsen inngår de samme fagelementene, det er utført analyser for de samme komponentene og prøvetakingen er utført på de samme lokalitetene (stasjoner) og til samme tid av året.

I tillegg til strandsone og miljøgifter ble det foretatt en enkel undersøkelse av vannmassene i Hånesbukta. Resultater fra denne er her kortfattet rapportert.

2. Algevegetasjon og fauna i strandsonen

2.1 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 fjæredyr endrer seg med miljøforholdene og gjenspeiler hvordan tilstanden har vært over tid. Ved tilførsler av næringssalter og organisk materiale vil mattedannende grønnalger og trådformede påvekstalger ('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 etter hvert 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 mfl. 2003). Dette innebærer at man forventer langt færre arter i dette området sammenlignet med områder som har stabil, høy saltholdighet.

Vannsirkulasjonen i overflatevannet blir ofte svekket når båthavner anlegges. Redusert vannsirkulasjon, sammen med mulig økte tilførsler av organisk materiale, kan forsterke veksten av grønnalger og trådformede påvekstalger. Eventuelle utslipp av olje og fettstoffer vil også kunne være synlige i strandsonen.

Undersøkelsen er en oppfølging av undersøkelsen i 2003 som ble utført før utvidelsen av båtanlegget.

2.2 Metodikk

2.2.1 Feltmetodikk strandsoner

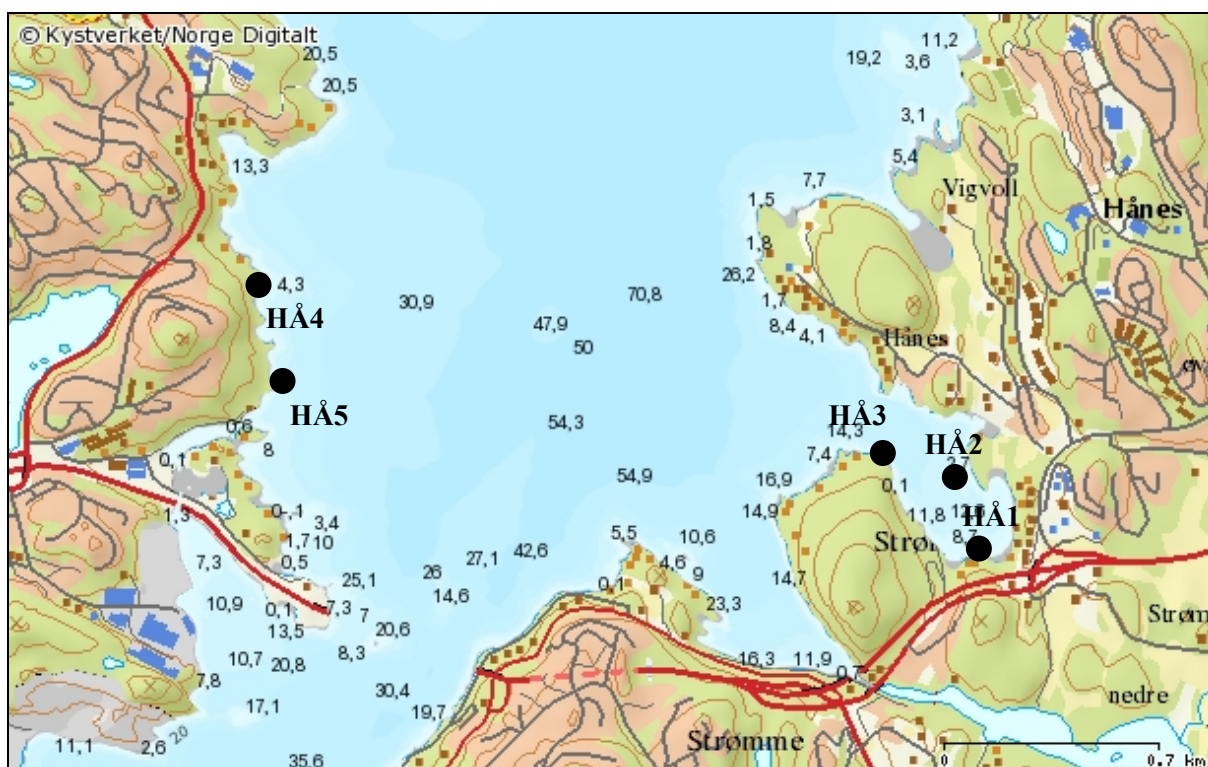
Organismesamfunnet i strandsonen (0-1 m dyp) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger (synlige i felt) og de vanligste fjæredyrene i et ca. 8 meter langt belte langs stranden. Metoden innebærer registrering ved fridykking. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes 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.

2.2.2 Valg av stasjoner

I undersøkelsen ble strandsonen på tre lokaliteter (stasjoner) i Hånesbukta og to lokaliteter på vestsiden av Topdalsfjorden undersøkt (**Figur 2**). Stasjonene i Hånesbukta var plassert helt innerst i bukta (HÅ1), på nordøstsiden omtrent midtveis i bukta (HÅ2) og på nordvestsiden i utkanten av bukta (HÅ3), henholdsvis innenfor, vis-a-vis, og like utenfor båthavnen (**Tabell 1**). Stasjonene på vestsiden av Topdalsfjorden var plassert i god avstand fra Hånesbukta og tjener som referanser. Disse stasjonene vil ikke influeres av lokale forandringer i Hånesbukta.

Alle stasjonene ble undersøkt i 2003.



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

2.2.3 Tidspunkt for undersøkelsen

Feltarbeidet ble gjennomført 9. oktober 2008. Under feltarbeidet var det sol, litt vind og forholdsvis høy vannstand. Det var litt redusert sikt i vannet.

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. Undersøkelsen i 2003 ble foretatt på samme tid av året (og samme dato, 9. oktober).

Tabell 1. Stasjoner for prøvetaking av strandsone 9. oktober 2008.

Stasjon	Beskrivelse	Koordinater
HÅ1	Innerst i Hånesbukta, mellom to røde hytter. Registreringen ble gjort rundt et gammelt betongfundament i strandkanten.	58°09.950 N 8°05.166 E
HÅ2	Lite skjær NØ i Hånesbukta. Registreringen ble foretatt på sørsiden av skjæret.	58°10.065 N 8°05.110 E
HÅ3	Stasjonen ligger vest for båthavna, på en odde i ytre del av bukta.	58°10.085 N 8°04.858 E
HÅ4	Referansestasjon på vestsiden av Topdalsfjorden, vis-à-vis Hånesbukta. Stasjonen ligger nord for flaggstang i Vollevika.	58°10.296 N 8°02.739 E
HÅ5	Referansestasjon på vestsiden av Topdalsfjorden, vis-à-vis Hånesbukta. Stasjonen ligger på en liten odde rett nord for utløpet til Narvika.	58°10.104 N 8°02.807 E

2.3 Resultater

2.3.1 Artssammensetning

På alle stasjonene var det et lavt antall arter både av alger og fjæredyr. Organismesamfunnet var preget av små hurtigvoksende algearter og noe tang. Blæretang og grisetang var de eneste tangartene som ble observert, og de vokste fra ca. 1 meters dyp. En visuell beskrivelse av organismesamfunnet er gitt i **Tabell 2**.

De vanligste artene på stasjonene var fjæreblood, blæretang, grønn dusk, tarmgrønske og diatomee-kolonier (**Tabell 3**). Diatomee-koloniene vokste på tang og andre alger, og det vokste også små tuster med diatomee-tråder på fjell.

Det var ingen vesentlige forskjeller fra 2003. Størst endring var det for epifyttiske diatomeer som ble registrert i mindre mengde i Hånesbukta i 2008. Ved referansestasjonene ble ikke epifyttiske diatomeer mengdevurdert pga dårlig sikt i vannet (skarp overgang mellom ferskt overflatelag og litt saltare vannlag gir brytningsforskjeller). Menden av enkelte ettårige arter varierte noe mellom de to registreringene, men endringene var små og ikke systematiske og faller innenfor rammene for naturlige variasjoner mellom år. Mengden av de flerårige tangartene grisetang og blæretang var tilnærmet lik for 2003 og 2008.

Fotografier av prøvetakingsstasjoner og organismesamfunn er vist i Vedlegg A.

Tabell 2. Visuelle observasjoner på de enkelte stasjonene i undersøkelsen

Stasjon	Lokalisering	Visuelle observasjoner
St. HÅ1	Hånesbukta, indre	Øverste 0,5-1 meter var det ingen tang og kun småvokste grønnalger (grønn dusk, tarmgrønske) samt sedimentert materiale. Dypere enn 1 meter vokste blæretang med mye påvekst (diatomeer, trådformete grønnalger). Mesteparten av tangen var dekket av trådformete alger. Det vokste litt grisetang innimellom, og på dypere vann vokste ålegras.
St. HÅ2	Hånesbukta, midtre	Øverst i sonen vokste ingen større alger, kun marebek og tuster med diatomee-kolonier. På litt dypere vann var blæretang dominerende mens rødalgen rekeklo og grønn dusk var vanlige.
St. HÅ3	Hånesbukta ytre	Øverste 0-1 meter vokste ingen større alger, kun marebek, fjæreblood og tuster med grønnalger (grønn dusk) og diatomee-kolonier. Blæretang vokste på ca 1 meters dyp og grisetang fra ca 1.5 m dyp. Det var svært mye sedimentert materiale på tangen. Tynne tråder med grønn dusk dominerte.
St. HÅ4 – ref.st	Vollevika, Topdalsfjorden	Øverste 0-0,5 meter dominerte fjæreblood og en svært tettvekst og liten grønn dusk. Fra ca 1 meters dyp var blæretang vanlig og grisetang spredt.
St. HÅ5 – ref.st	Topdalstø, Topdalsfjorden	Øverste 0-0,5 meter dominerte fjæreblood og en svært tettvekst og liten grønn dusk. Under 0,5 meters dyp var blæretang vanlig men det var generelt få arter.

Tabell 3. Arter registrert i Hånesbukta og referansestasjoner på vestsiden av Topdalsfjorden i 2003 og 2008. Tegnforklaring: d= dominerende, v= vanlig, s= spredt, e= enkeltfunn, *= ikke mengdebestemt. Der arter/grupper er slått sammen, er største forekomst angitt.

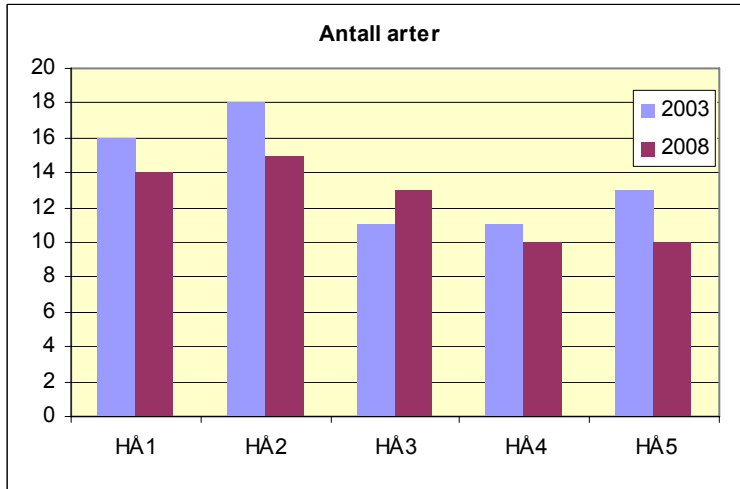
Stasjonsnavn Stasjon	Hånes1		Hånes2		Hånes3		Vollevika		Topdalstø	
	HÅ1	HÅ1	HÅ2	HÅ2	HÅ3	HÅ3	HÅ4	HÅ4	HÅ5	HÅ5
Latinske navn	Norske navn		2003	2008	2003	2008	2003	2008	2003	2008
Rødalger										
<i>Aglaothamnion byssoides</i>	havpryd		s		s		s			e
<i>Audouiniella</i> sp.	rødpusling			*	*					
<i>Ceramium strictum</i> -gr	tynn rekeklo			v	*	v		s	*	v
<i>Hildenbrandia rubra</i>	fjæreblod		v	v	d	d	v-d	d	d	d
<i>Polysiphonia stricta</i>	røddokke		s	*	s		s-v			*
Brunalger										
<i>Ascophyllum nodosum</i>	grisetang		s	e-s	s	s	s	s		e
<i>Ectocarpales</i> indet	brunsl				*					
<i>Fucus vesiculosus</i>	blæretang		d	d	d	d	s-v	v	s	v
Grønnalger										
<i>Cladophora rupestris</i>	vanlig grønndusk					e				
<i>Cladophora</i> spp.	grønndusk		*	d	v	v	v	d	d	v-d
<i>Enteromorpha</i> sp.	tarmgrønnske		s	s-v	v-d	s		v	s	s
<i>Monostroma grevillei</i>	vanl. grønnhinne					s				
<i>Rhizoclonium</i> sp.	krypstråd		*							
Diatomeer og blågrønnalger										
diatomee-kjede på fjell	diatomee-kjede		d	*	d	*	d	*	d	*
epifyttiske diatomeer	epif. diatomeer		d	s-v	d	s-v	d	s-v	d	*
<i>Verrucaria/ Calothrix</i>	marebek		s	v-d	s		v	d	d	d
<i>Spirulina subsalsa</i>	blågr.alge			s		s	s			
Fauna										
<i>Asterias rubens</i>	korstroll		s		s		s	e	s	
<i>Balanus</i> sp.	rur		s	s	s	s	s	s	s	s
<i>Carcinus maenas</i>	strandkrabbe		s		e					
<i>Littorina littorea</i>	vanl. strandsnegl		s		s	e		s		e
<i>Membranipora membranacea</i>	mosdyr		e-s	s	s	s	s			

2.3.2 Antall arter og fordeling mellom algegruppene

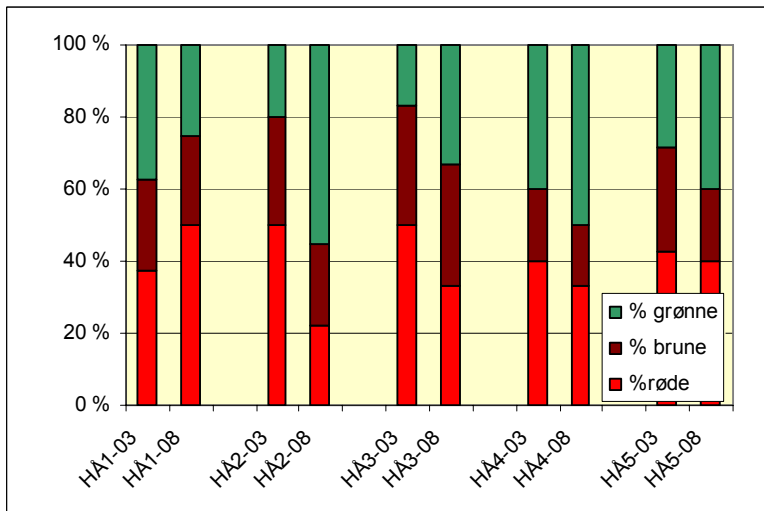
Tilsammen ble det registrert 20 ulike arter i undersøkelsen, som er et ganske lavt antall arter. Flest ble registrert ved de to innerste stasjonene i Hånesbukta (14-15 arter), mens stasjonene i Topdalsfjorden begge hadde 10 arter. Sammenlignet med 2003 er artstallene litt lavere for fire av fem stasjoner (**Figur 3**). Forskjellene er imidlertid små.

Fordelingen mellom algegruppene rødalger, brunalger og grønnalger viste at alle stasjonene hadde en høyere andel grønnalgearter enn normalt (**Figur 4**). Normal grønnalgeprosent for kystfarvann er 10-20% mens tre av stasjonene hadde grønnalgeprosent på 40 % eller mer. Dette er et resultat av de lave saltholdighetene i området. Blant grønnalgene finner man de artene som tåler størst spenn i saltholdigheten, mens de fleste rødalger og brunalger ikke vokser i brakkevann. På fire av stasjonene var grønnalgeprosenten høyere enn i 2003. Stasjon HÅ2 i Hånesbukta hadde størst forskjell mellom 2003 og 2008.

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. Eksempelvis stasjon HÅ2 som hadde størst forskjell i grønnalgeprosenten mellom 2003 og 2008; dette skyldtes økning fra 2 til 4 grønnalgearter.



Figur 3. Antall arter alger og dyr registrert på stasjonene i 2003 og 2008



Figur 4. Fordeling mellom antall arter av rødalger, brunalger og grønnalger i Hånesbukta (HÅ1, HÅ2, HÅ3) og på vestsiden av Topdalsfjorden (HÅ4, HÅ5) i 2003 og 2008.

2.4 Vurdering av resultatene

Undersøkelsen viste, i likhet med undersøkelsen i 2003, at Hånesbukta hadde et redusert strandsonesamfunn som var preget av både av ferskvannstilførsel og mye sedimentert materiale. På grunn av den lave saltholdigheten i overflatevannet vokste de større tangartene dypere ned enn man normalt finner dem. Tang, mindre alger og fjell var preget av et tett dekke av fastsittende mikroalger (diatoméer). Referansestasjonene hadde tett dekke av en liten grønn dusk på fjell og noe mindre

tangforekomster, men ellers var det stor likhet mellom referansestasjonene og stasjonene i Hånesbukta.

Strandsonesamfunnet i Hånesbukta var allerede sterkt stresset i 2003 og det ble forventet at tilstanden kunne bli dårligere dersom vannsirkulasjonen ble redusert eller det ble tilført forurensninger.

Resultatene viser at det kun var små forskjeller på stasjonene mellom oktober 2003 og oktober 2008. Det ble registrert mindre epifyttiske diatomeer i 2008 enn i 2003 men dette er en gruppe som er vanskelig å mengdebestemme og bør derfor tillegges mindre vekt.

Resultatene tyder på at strandsamfunnet ikke er nevneverdig endret etter anlegging av båthavna. Det kan imidlertid ikke utelukkes at typiske sommerarter, som raskt kan tilpasse seg endringer i miljøforholdene, og som forsvinner om høsten, kan vise andre tendenser. Dette gjelder for eksempel for trådformede påvekstalger ('sly') som kan gi økt begroing ved flytebryggene og i de mest beskyttede områdene av Hånesbukta.

3. Miljøgifter og organisk innhold i bunnsedimenter

3.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Undersøkelser av bunnsedimentene gjennomføres for å karakterisere miljøtilstanden 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 klassifiseringssystem basert på konsentrasjoner av miljøgifter i bunnsedimentene (Molvær mfl. 1997). Nylig er systemet revidert for flere forurensningskomponenter med sikte på at det skal gjenspeile risiko for skade på levende organismer (Bakke mfl. 2007).

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. SFT har også utarbeidet en klassifikasjon for organisk innhold i sedimentene (Molvær mfl. 1997).

3.2 Metodikk

3.2.1 Valg av analyseparametre

I undersøkelsen er det analysert for innhold av metaller (bly, kadmium, kopper, kvikksølv og sink), tjærestoffer (PAH), polyklorerte bifenyl (PCB), tinnorganiske forbindelser (MBT, DBT, TBT) og oljekomponenter. Tjærestoffer, TBT og olje forekommer ofte i forhøyde konsentrasjoner i småbåthavner (Næs mfl. 2002). De samme komponentene ble analysert ved forundersøkelsen i 2003.

Bunnsedimentene ble også analysert for innhold av finstoff og organisk materiale målt som totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN). Innholdet av finstoff gir et uttrykk for strøm og vannbevegelser i området. 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.

3.2.2 Stasjoner og prøvetaking

Sedimentprøvene ble tatt som en blandprøve av overflatesediment (0-2 cm) fra tre prøvetakingspunkter (St. A, B, C), en prøve fra hvert punkt (**Figur 5**). De samme prøvetakingspunktene ble benyttet ved forundersøkelsen i 2003.

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 ble gjennomført 9. oktober 2008.



Figur 5. Lokalisering av prøvetakingspunkter for analyse av bunnsedimenter i Hånesbukta. Flyfoto tatt før båthavnen var ferdig utbygd. Kilde: www.kystverket.no

3.2.3 Analyser

Sedimentets innhold av finstoff (silt og leire = partikler < 0,063 mm) ble bestemt ved våtsikting. Totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) i sedimentene ble bestemt ved bruk av en CHN-analysator etter at karbonater er fjernet i syredamp.

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

Organiske miljøgifter (PAH, PCB), tinnorganiske forbindelser 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 undersøkelsen er 16 tetra- til heksasykliske forbindelser bestemt (PAH₁₆). PCB er bestemt ved bruk av gaskromatograf utstyrt med elektroninnfangingsdetektor, GC/ECD. I denne undersøkelsen er 7 forbindelser ('seven Dutch') bestemt. Tinnorganiske forbindelser er bestemt ved atom-emisjonsdetektor. Oljekomponenter (THC) er bestemt i gaskromatograf med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID). Oljeinnholdet bestemmes ut fra alkanområdet C10-C40 ved sammenlikning med indre standard.

3.2.4 Bedømming av tilstand

Ved vurderingen av analyseresultatene er SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet lagt til grunn. Systemet opererer med fem tilstandsklasser fra meget god til meget dårlig tilstand. I **Tabell 4** og **Tabell 5** er tilstandsklasser og grenseverdier for organisk materiale og miljøgifter som er analysert i denne undersøkelsen vist. Det gjøres oppmerksom på at for miljøgifter er grenseverdier og betegnelser for tilstandsklasser ved den nylige utførte revisjonen (Bakke mfl. 2007) endret i forhold til tidligere system (Molvær mfl. 1997). Etter revisjonen vil klasse II 'god tilstand' representere områder hvor det kan finnes lokale kilder, mens klasse III og høyere representerer nivåer der negative effekter på organismer kan opptre (Bakke mfl. 2007).

Tabell 4. SFTs system for klassifisering av miljøtilstand basert på organisk innhold (TOC) i bunnsediment (fra Molvær mfl. 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Sediment (tørrvekt)	Organisk karbon (mg/g)	<20	20-27	27-34	34-41	>41

Tabell 5. SFTs system for klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller, tinnorganiske forbindelser (TBT), tjærestoffer (PAH) og polyklorerte bifenyl (PCB) i sedimenter (fra Bakke mfl. 2007).

		Tilstandsklasser				
		I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Sedimenter (tørrvekt)	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-360	360-590	590-4500	> 4500
	Bly (mg Pb/kg)	< 30	30 – 83	83 – 100	100 – 720	> 720
	Kadmium (mg Cd/kg)	< 0,25	0,25 – 2,6	2,6 – 15	15 – 140	> 140
	Kobber (mg Cu/kg)	< 35	35 – 51	51 – 55	55 – 220	> 220
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 – 0,63	0,63-0,86	0,86 – 1,6	> 1,6
	TBT (µg/kg) ¹⁾	< 1	1-5	5-20	20-100	> 100
	Σ PAH (µg/kg) ²⁾	< 300	300 – 2000	2000 – 6000	6000 – 20000	> 20000
Σ PCB ₇ (µg/kg) ³⁾	< 5	5 – 17	17 – 190	190 – 1900	> 1900	

1) TBT: forvaltningsbaserte grenseverdier

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

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

3.3 Resultater

3.3.1 Bunnsedimenter

Bunnsedimentet var lys gråbrunt til brunt og forholdsvis sandig (**Tabell 6**). Det var innslag av grus, småstein og litt skjellsand. Sedimentet virket friskt og var uten lukt. I prøvene var det slangestjerner og flerbørstemark.

En slangestjerne fra prøvepunkt B ble identifisert til arten *Amphiura filiformis*. Samme art ble funnet på alle tre prøvepunkter. Dette er en art som er svært vanlig forekommende på bløtbunn. Det øker ofte i antall ved moderat organisk anrikning, men har ikke høy toleranse for forurensninger og blir borte fra forurensede områder.

Tabell 6. Visuelle observasjoner av bunnsedimentene ved prøvetakingen i Hånesbukta 9. oktober 2008. Koordinater for prøvetakingspunktene er også gitt. På hvert prøvepunkt ble det tatt to prøver med 0,025 m² van Veen håndgrabb.

Nr	Dyp	Koordinater	Sedimenter
A Hånesbukta (pir nr 3)	15 m	58°09.999 N 8°04.999 E	Gråbrunt sandig topplag. Mer sandig enn C. Døde blåskjell, slangestjerner. Iblandet grus i finkornet sediment. Mye sand i sedimentet. Ingen lukt
B Hånesbukta (pir 4, ved båt plass 307)	17 m	58°10.017 N 8°04.976 E	Topplag: sandig som i A-prøven med innslag av småstein og sand. Døde skjell. Ingen lukt. Sedimentet under: Ingen lukt. Slangestjerner og mark uten rør. Homogent sediment.
C Hånesbukta (mellom båt plass 167 og 170 på pir 6, nest ytterste pir)	18,7 m	58°10.046 N 8°04.928 E	Topplag: sandig med innslag av skjellsand. Lys brunt. Ingen lukt. Døde skjell. Sedimentet under: litt mer finkornet sediment. Døde skjell. Gråbrun farge. Ingen lukt. Litt større steiner innimellom. En flerbørstemark.

Analysene av sedimentet viste at dette var sandig og hadde moderat innhold av finstoff (**Tabell 7**). Dette tyder på at bunnen påvirkes av bunnstrømmer og vannbevegelser. I områder hvor bunnvannet står i ro, vil innholdet av finmateriale være høyt, oftest mer enn 80-90 %. Sammenlignet med forundersøkelsen var sedimentet noe grovere (lavere andel finstoff) og hadde lavere vanninnhold. Forskjellene i sedimentet kan ha sammenheng med utbyggingen av båthavnen, mest trolig ved at det er tilført sand i området, men anleggsvirksomheten kan også ha ført til at bunnslam er virvlet opp og finstoff vasket ut. Økt småbåttaktivitet etter utbygging av båthavnen kan også spille inn, men normalt vil vannbevegelser og vannturbulens fra småbåter ikke nå særlig dypt ned i vannsøylen.

Innholdet av organisk materiale var moderat høyt. Etter SFTs kriterier faller Hånesbukta i tilstandsklasse III ("mindre god tilstand") på basis av verdiene for totalt organisk karbon (TOC). Erfaring tyder imidlertid på at SFTs kriterier ofte gir for dårlig karakteristikk og ikke er godt egnet for indre fjordområder på Sørlandet, som ofte har naturlig høyt innhold av organisk materiale. Sammenlignet med 2003 var organisk innhold lavere, men ved normering mot finstoff var innholdet i 2008 ikke vesentlig forskjellig fra innholdet i 2003.

Tabell 7. Tørrstoff, finstoff (silt og leirpartikler) og organisk innhold (TOC) i bunnsedimenter fra Hånesbukta. Prøven er analysert som en blandprøve fra tre prøvepunkter A, B og C i båthavnen. Resultater fra forundersøkelsen i 2003 er også vist. Ved klassifiseringen etter SFTs miljøkvalitetskriterier er målte TOC-verdier normert til 100 % finstoff i sedimentet (Molvær mfl. 1997).

År	Referanse	Tørrstoff %	Finstoff (<0,063 mm) % av tørrv.	TOC mg/g	Norm TOC mg/g	SFT klasse
2008	Denne undersøkelsen	61,9	33	16,4	28,5	III "mindre god"
2003	Oug mfl. 2003	43,3	56	24,1	32,0	III "mindre god"

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) tyder på at det organiske materialet i hovedsak var av marin opprinnelse (**Tabell 8**). Generelt karakteriseres marint materiale av C/N-verdier på 7-9, mens verdier høyere enn 10 indikerer et betydelig innslag av organisk materiale fra land. Dette skyldes at organisk materiale fra land (planterester, løvverk etc) har høyere karboninnhold enn materiale fra marin produksjon. Forskjellen mellom 2008 og 2003 kan ikke umiddelbart forklares, men kan ha sammenheng med det grovere sedimentet og at planterester fra land i mindre grad har blitt avsatt i området enn tidligere.

Tabell 8. Innhold av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) og forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) i bunnsedimenter fra Hånesbukta.

År	Referanse	Tørrestoff	Finstoff (<0,063 mm)	TOC	TN	C/N
		%	%, tørrv.	mg/g	mg/g	
2008	Denne undersøkelsen	61,9	33	16,4	1,9	8,6
2003	Oug mfl. 2003	43,3	56	24,1	1,5	16,1

3.3.2 Miljøgifter

Generelt var det lavt innhold av miljøgifter i bunnsedimentene (**Tabell 9**). I henhold til SFTs kriterier var nivåene for kadmium, kopper, bly, sink og PAH (sum av 16 forbindelser) alle på bakgrunnsnivå. Kvikksølv og PCB faller i tilstandsklasse II 'god', som indikerer at lokale kilder kan finnes, men at konsentrasjonene var under grensen for økologiske effekter. Tributyltinn (TBT) faller i tilstandsklasse III 'moderat' etter de såkalt forvaltningsmessige kriterier. Dette er over grenseverdien for påviste effekter på organismer ("effektbasert klassifisering": se Bakke mfl. 2007).

For olje og monoaromater er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem. Alle verdier var imidlertid lave. Konsentrasjonen for olje var på nivå med bakgrunnsverdier for sedimenter i Nordsjøen. Monoaromater, som omfatter lette og flyktige oljeforbindelser som kan stamme fra bensin, hadde alle verdier under kvantifiseringsgrensen for analysemetoden.

For tjærestoffer (PAH) er det i den reviderte veilederen også gitt tilstandsklasser for enkeltforbindelser (Bakke mfl. 2007). I **Tabell 10** er resultatene for enkeltforbindelsene vist. De aller fleste forbindelsene hadde lave konsentrasjoner og falt i tilstandsklasse I eller II. Bare en av forbindelsene (benzo(ghi)perylene) falt i en dårligere tilstandsklasse. Det er ikke kjent om det kan være noen spesiell årsak til dette.

Fullstendige resultater fra analysene er gitt i Vedlegg B.

3.3.3 Sammenligning med forundersøkelsen

Sammenlignet med forundersøkelsen i 2003 var det lavere verdier for alle miljøgiftene ved denne undersøkelsen (**Tabell 9**). For metaller og tinnorganiske forbindelser var det moderat nedgang, mens det for organiske miljøgifter og olje var til dels sterk nedgang.

Tabell 9. Konsentrasjon av metaller, tjærestoffer (PAH), polyklorete bifenyler (PCB), tinnorganiske forbindelser (TBT) og olje i bunnsediment i Hånesbukta 9. oktober 2008. Prøven er analysert som en blandprøve fra tre prøvepunkter A, B og C i båthavnen (**Figur 5**). Resultater fra forundersøkelsen i 2003 er også vist. Tilstandsklasser er gitt i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet, revidert 2007 (Bakke mfl. 2007). Det er ikke utarbeidet klassifiseringssystem for olje og monoaromatiske forbindelser.

Parameter	Enhet	Verdi	SFT tilstandsklasse 2008	Forundersøkelse 2003
<i>Metaller</i>				
Kadmium (Cd)	mg/kg t.v.	< 0,2	I 'bakgrunn'	0,2
Kobber (Cu)	mg/kg t.v.	25,5	I 'bakgrunn'	28,7
Kvikksølv (Hg)	mg/kg t.v.	0,18	II 'god'	0,28
Bly (Pb)	mg/kg t.v.	28,0	I 'bakgrunn'	37,8
Sink (Zn)	mg/kg t.v.	88,4	I 'bakgrunn'	107
<i>Organiske miljøgifter</i>				
PAH ¹⁾	µg/kg t.v.	292,8	I 'bakgrunn'	1100
KPAH ²⁾	µg/kg t.v.	168,1	-	468
NPD ³⁾	µg/kg t.v.	21,1	-	122
PCB ⁴⁾	µg/kg t.v.	12,07	II 'god'	27,4
<i>Tinnorganiske forbindelser</i>				
TBT (molekylvekt)	µg/kg t.v.	15	III 'moderat'	24,3
<i>Olje</i>				
Sum oljer	mg/kg t.v.	22	-	< 200
<i>Monoaromater</i>				
Benzen	µg/kg	< 5	-	
Etylbenzen	µg/kg	< 10	-	
Toluen	µg/kg	< 5	-	
m+p-xylen	µg/kg	< 10	-	

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

2) Sum av potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelser

3) Sum av lettere (disykliske) forbindelser (naftalener, fenantrener og dibenzotiofener)

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

I noen grad kan nedgangen relateres til endringer i bunnsedimentets sammensetning. Ved denne undersøkelsen var bunnsedimentet generelt mer sandholdig og hadde lavere organisk innhold enn ved undersøkelsen i 2003. Mange miljøgifter er bundet til finmaterialet i sedimentet og konsentrasjonene vil derfor naturlig avta i grovere sedimenter. Organiske miljøgifter er spesielt knyttet til organisk materiale. Ved sammenligninger kan det derfor være nødvendig å relatere konsentrasjonene til sedimentets sammensetning.

I **Tabell 11** er det vist en sammenligning av konsentrasjonene for organiske miljøgifter normert mot organisk karbon i sedimentet. Også de normerte verdiene indikerer en nedgang fra 2003 til 2008. Grovt sett var de normerte verdiene for 2008 bare halvparten av hva de var for 2003, med unntak for TBT. Reduksjonen var størst for tjærestoffer (PAH, NPD) og noe mindre for PCB. For TBT var det liten endring i normerte verdier. TBT binder seg mindre sterkt til organisk materiale og denne sammenligningen er derfor noe mer usikker.

Tabell 10. Enkeltforbindelser av PAH i bunnsedimenter i Hånesbukta 9. oktober 2008. Tilstandsklasser er gitt i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Bakke mfl. 2007).

Parameter	Enhet	Verdi	SFT tilstandsklasse 2008
naftalen	µg/kg t.v	6,1	II
acenaftalen	µg/kg t.v	<2	I/II
acenaften	µg/kg t.v	<2	I
fluoren	µg/kg t.v	<2	I
dibenzotiofen	µg/kg t.v	<2	
phenantren	µg/kg t.v	15	II
antracen	µg/kg t.v	2,7	II
fluoranten	µg/kg t.v	37	II
pyren	µg/kg t.v	35	II
benzo(a)antracen	µg/kg t.v	16	II
Krysen	µg/kg t.v	21	II
benzo(b,j)fluoranten	µg/kg t.v	50	II
benzo(k)fluoranten	µg/kg t.v	19	II
benzo(e)pyren	µg/kg t.v	35	
benzo(a)pyren	µg/kg t.v	23	II
perylene	µg/kg t.v	9,7	
indeno(123-cd)pyren	µg/kg t.v	28	II
dibenz(a, c/a, h)antracen	µg/kg t.v	5	I
benzo(ghi)perylene	µg/kg t.v	35	IV
Sum PAH	µg/kg t.v	337,5	
Sum PAH16	µg/kg t.v	292,8	I

Tabell 11. Organiske miljøgifter normert mot totalt organisk karbon i bunnsedimentet for 2003 og 2008. Normert verdi er beregnet som µg per gram TOC ved å sette: norm verdi = målt verdi (µg/kg)/ TOC (g/kg).

	2008 målt verdi µg/kg t.v.	2008, norm verdi µg/g TOC	2003 målt verdi µg/kg t.v.	2003, norm verdi µg/g TOC
Totalt organisk karbon	16,4 (g/kg tv)		24,1 (g/kg tv)	
PAH	292,8	17,9	1100	45,6
KPAH	168,1	10,3	468	19,4
NPD	21,1	1,3	122	5,1
PCB	12,07	0,7	27,4	1,1
TBT	15	0,9	24,3	1,0

3.4 Vurdering av resultatene

Undersøkelsen viste at innholdet av miljøgifter i bunnsedimentene generelt var lavt. For mange av miljøgiftene var konsentrasjonene på bakgrunnsnivå, som tilsvarer nivået i kyst- og fjordområder uten nærliggende kilder. Det ble funnet noe forhøyde verdier for kvikksølv, PCB og TBT. Disse

forbindelsene hadde også forhøyde verdier ved forundersøkelsen i 2003. For PCB har de tidligere undersøkelsene antydnet at det kan finnes en lokal kilde i området (Oug mfl. 2003). For TBT er det vanlig å finne forhøyde verdier i kystområder. Undersøkelsen gir derfor ingen indikasjoner på at småbåthavnen har ført til økt forurensningsbelastning i Hånesbukta.

Alle miljøgiftene hadde lavere konsentrasjoner i 2008 enn i 2003 samtidig som bunnsedimentet inneholdt mindre finstoff. Det er alltid en mulighet for at slike endringer kan skyldes lokale variasjoner i bunnsedimentet og at prøvetakingen i 2008 skjedde fra mer sandig substrat enn i 2003. Normalt vil imidlertid effekter av lokale forhold reduseres ved at det tas blandprøver fra flere prøvepunkter til analyse. Det er derfor mer trolig at bunnsedimentet har blitt forstyrret i anleggsperioden ved tilførsel av sand eller utvasking av finstoff og at dette har fortynnet innholdet av miljøgifter. I slike tilfeller vil det kunne gå noen tid før normal sedimentbunn bygger seg opp og innholdet av miljøgifter igjen øker, dersom det forekommer nye tilførsler til området.

Selv om det er påvist høye konsentrasjoner av miljøgifter i mange småbåthavner, er dette ikke tilfelle for alle. Det kan i denne sammenheng for eksempel vises til Grønbukt småbåthavn i Grimstad hvor de fleste miljøgifter, med unntak for TBT, er funnet å være innenfor klasse I og II i SFTs system (Næs mfl. 2002). Grønbukta er grunn, men har i likhet med Hånesbukta ingen terskel til fjorden utenfor. Bunnsedimentet er forholdsvis grovt. Det er godt mulig at Hånesbukta har naturlige betingelser som forhindrer at miljøgifter samler seg opp i båthavnen, spesielt også siden havnen er anlagt uten konstruksjoner som blokkerer for utskifting av dypvannet.

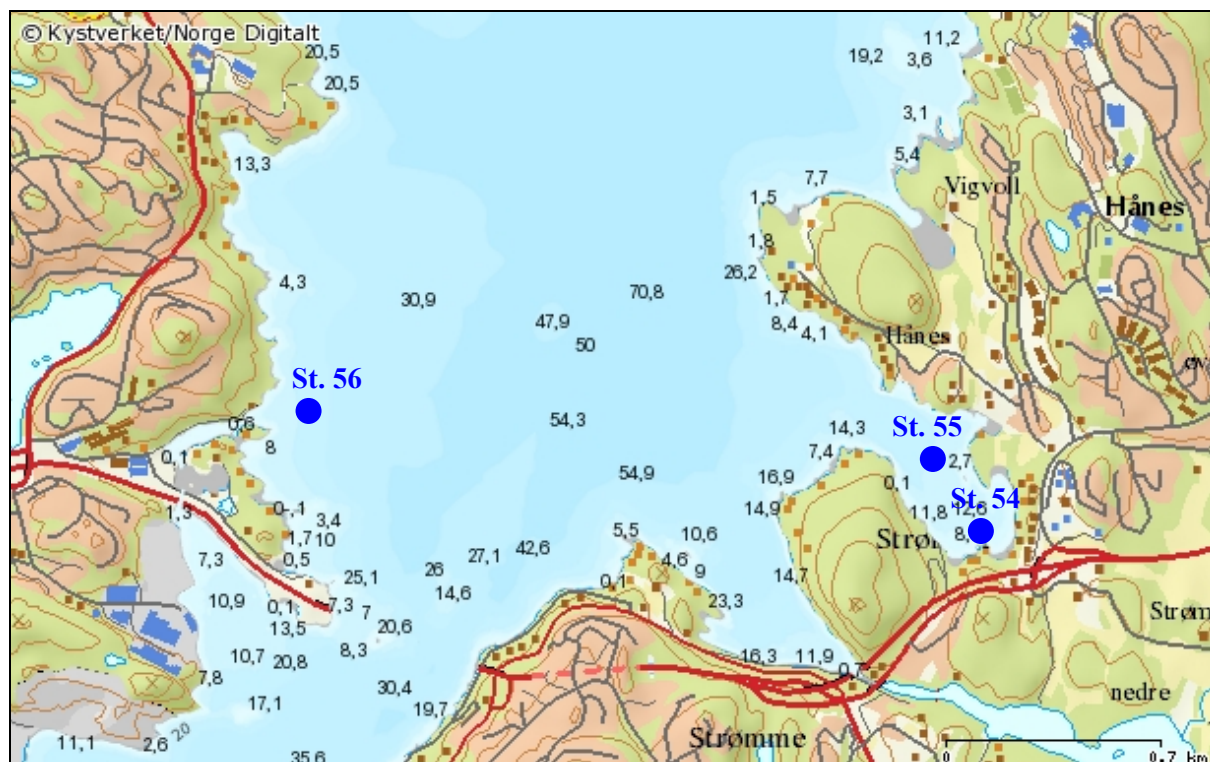
4. Vannmasser og vannutskiftning

4.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Temperatur og saltholdighet er de to viktigste faktorene som styrer fordelingen av vannmasser i sjøen. Samtidig er mange marine arter avhengig av en viss saltholdighet for å kunne finne livsbetingelser. Rutinemessig blir det derfor ofte målt temperatur og saltholdighet i forbindelse med undersøkelser av vannkvalitet og organismsamfunn. Resultatene gir viktig støtteinformasjon for å tolke biologiske gradienter i organismsamfunn. I tillegg er tilgang til oksygen svært viktig for alle arter. Oksygen blir derfor ofte målt sammen med temperatur og saltholdighet, spesielt i områder der det kan være fare for oksygensvikt.

4.2 Metodikk

Samtidig med prøvetakingen for strandsonerorganismer og bunnsedimenter ble det tatt vertikale profiler for temperatur, saltholdighet og oksygen på to lokaliteter i Hånesbukta og en lokalitet på vestsiden av Topdalsfjorden (**Figur 6, Tabell 12**). Profilene ble tatt med en selvregistrerende sonde av typen SAIV 204 som registrerer og lagrer målinger hvert annet sekund. Profilene ble tatt fra overflaten og til et punkt like over bunnen.



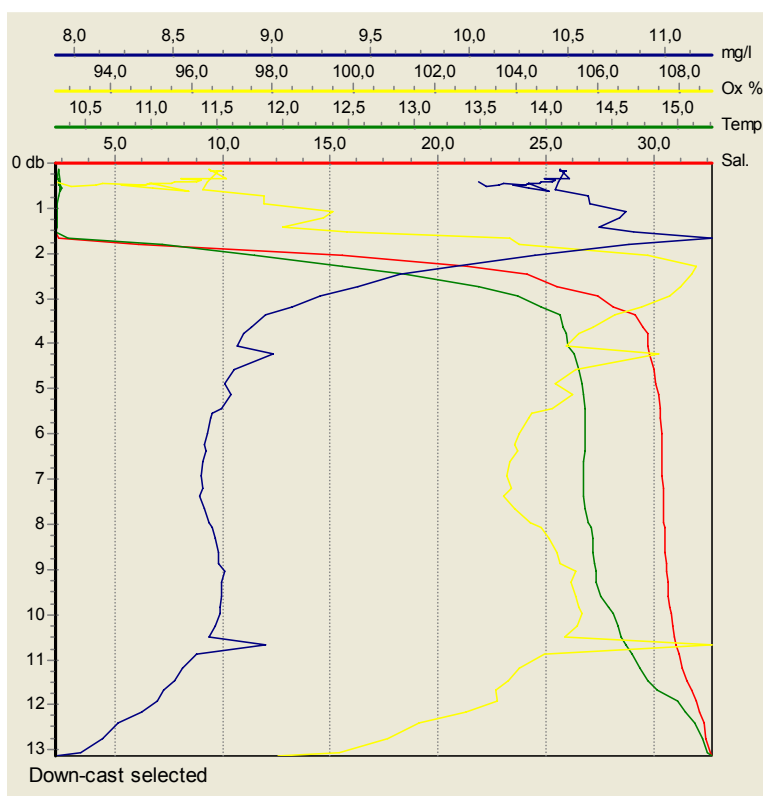
Figur 6. Kart over Hånesbukta og Topdalsfjorden med stasjoner for hydrografiske profiler.

Tabell 12. Stasjoner for prøvetaking av hydrografi 9. oktober 2008.

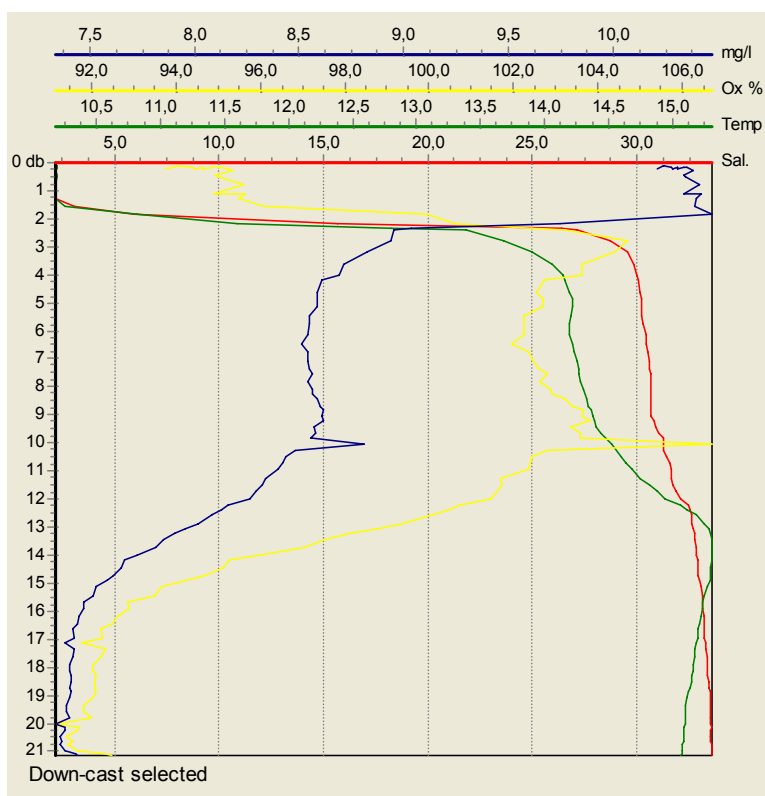
Stasjon	Beskrivelse	Koordinater
Hydrografi st. 54	Hånesbukta indre. Dyp: 12-13m	58°09.997 N 8°05.151 E
Hydrografi st. 55	Hånesbukta ytre. Dyp: 20m	58°10.118 N 8°04.967 E
Hydrografi st. 56	Topdalsfjorden, ved innløpet til Vige båthavn. Dyp: 20m	58°10.092 N 8°02.894 E

4.3 Resultater

I Hånesbukta var det et markert overflatelag ned til 1,5-2 meters dyp som var preget av ferskt og forholdsvis kaldt vann (**Figur 7, Figur 8**). Fra ca. 2 til 3 meters dyp var det et kraftig sprangsjikt hvor saltholdigheten økte fra 2-3 til 25-30 promille og temperaturen fra 10 til 14 grader. I vannmasser med så sterk sjiktning vil det være minimal vannblanding fra overflaten og nedover. Overflatevannet vil sirkulere i alt vesentlig uavhengig av dyplaget. Flytestoffer og langsomt synkende partikler vil spres i området med overflatesirkulasjonen.



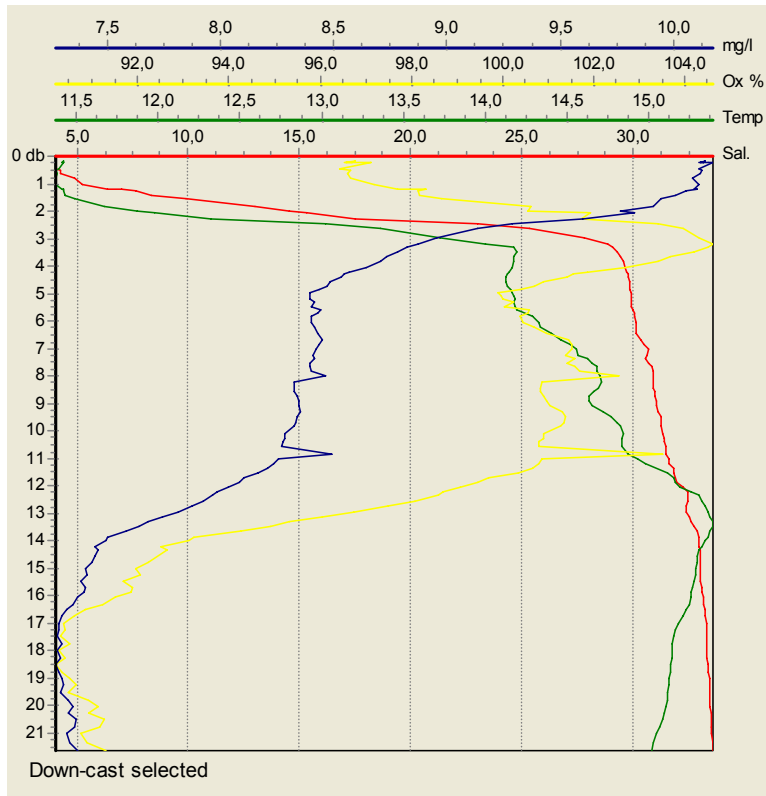
Figur 7. Hydrografiske profiler fra stasjon 54, indre Hånesbukta 9. oktober 2008: temperatur (grønn kurve), saltholdighet (rød), oksygen (blå) og oksygen metningsprosent (gul).



Figur 8. Hydrografiske profiler fra stasjon 55, ytre Hånesbukta 9. oktober 2008

Også i Topdalsfjorden var det markert brakkvannslag, men laget var litt mindre fersk og sprangsjiktet til vannmassene under var noe mindre skarpt (**Figur 9**). Dypvannet hadde svært nær samme egenskaper som dyplaget i Hånesbukta. Spesielt kan det legges merke til et oksygenmaksimum i 10-11 m dyp som gjenfinnes både i Topdalsfjorden og Hånesbukta.

Undersøkelsen viser at vannmassene i Hånesbukta står i åpen forbindelse med vannmassene i Topdalsfjorden. Den lavere overflatesaltholdigheten i Hånesbukta viser at området tilføres lokalt ferskvann.



Figur 9. Hydrografiske profiler fra stasjon 56, Topdalsfjorden, 9. oktober 2008

5. Konklusjoner

Denne undersøkelsen har ikke vist negative miljøeffekter i Hånesbukta etter utbyggingen av småbåthavnen. Forhold som ofte observeres i småbåthavner, som økt begroing av påvekstalger i strandsonen, økt organisk belastning av bunnsedimenter og høye konsentrasjoner av miljøgifter er ikke påvist. Sammenholdt med forundersøkelsen er miljøtilstanden samlet sett ganske lik, men også forbedret med hensyn på enkelte miljøgifter.

Det må imidlertid tas i betraktning at det er forholdsvis kort tid siden havnen ble satt i drift. Det kan derfor gå noe tid før effekter blir tydelige i området. Spesielt er dette tilfellet dersom aktiviteter i forbindelse med byggingen av havnen har ført til en utvasking av finstoff og miljøgifter fra bunnsedimentene i selve havneområdet. Dette vil kunne gi en midlertidig nedgang i konsentrasjoner av miljøgifter.

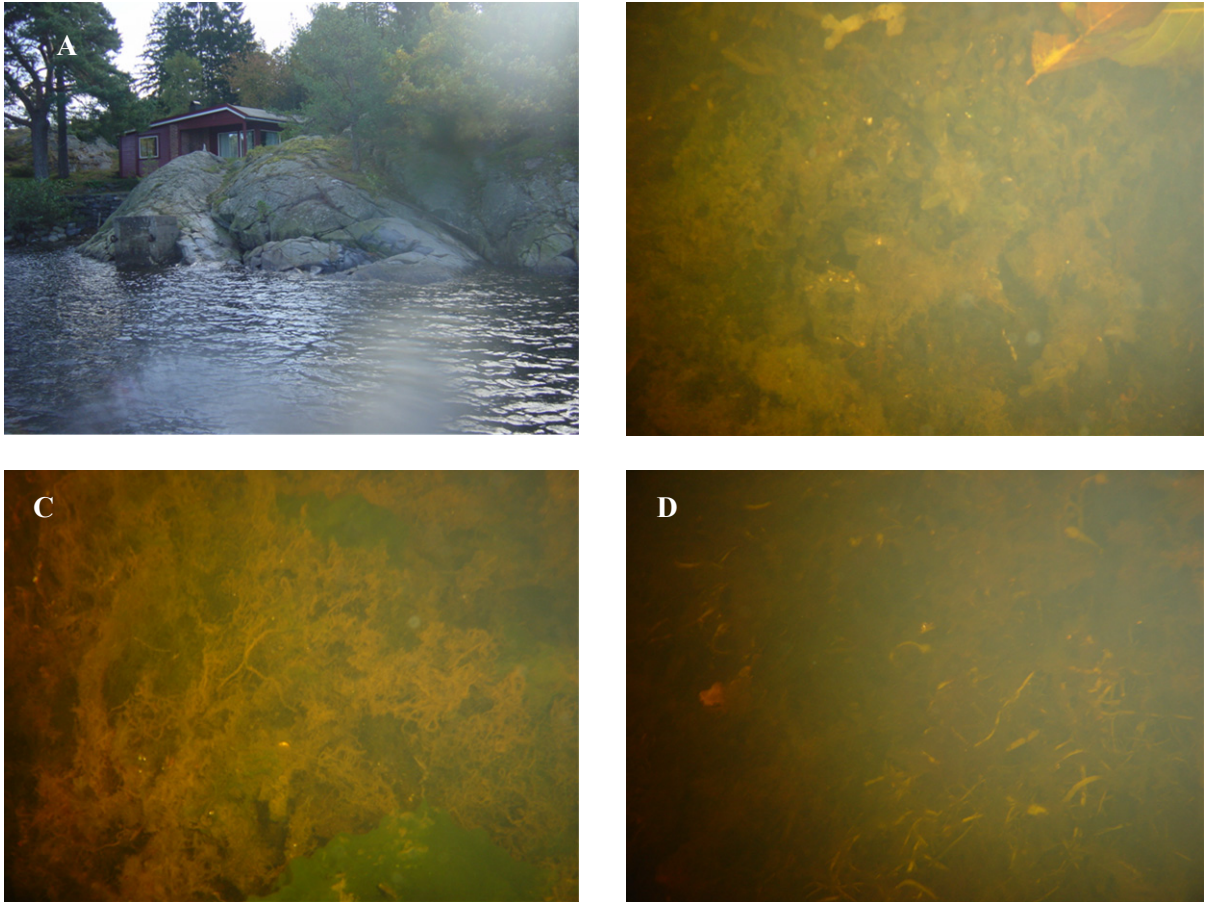
Det er også sannsynlig at båthavnens innvirkning på sirkulasjonen av overflatevann i Hånesbukta, som har betydning for tilstanden i strandsonen, er størst om sommeren når havnen er full av båter. Dette er også den tiden av året da effektene av nedsatt vannsirkulasjon er sterke. I hvilken grad småbåthavnen påvirker indre og grunne strandnære områder i Hånesbukta har denne undersøkelsen ikke gitt noe godt svar på. Tidligere undersøkelser har indikert at indre Hånesbukta har nedsatt vannutskiftning og bløte bunnsedimenter.

For å overvåke utviklingen i området anbefales det å foreta oppfølgende undersøkelser på samme prøvepunkter og med samme metodikk etter at havnen har vært i drift noen år. Det kan også være ønskelig å foreta kontrollundersøkelser i strandsonen om sommeren.

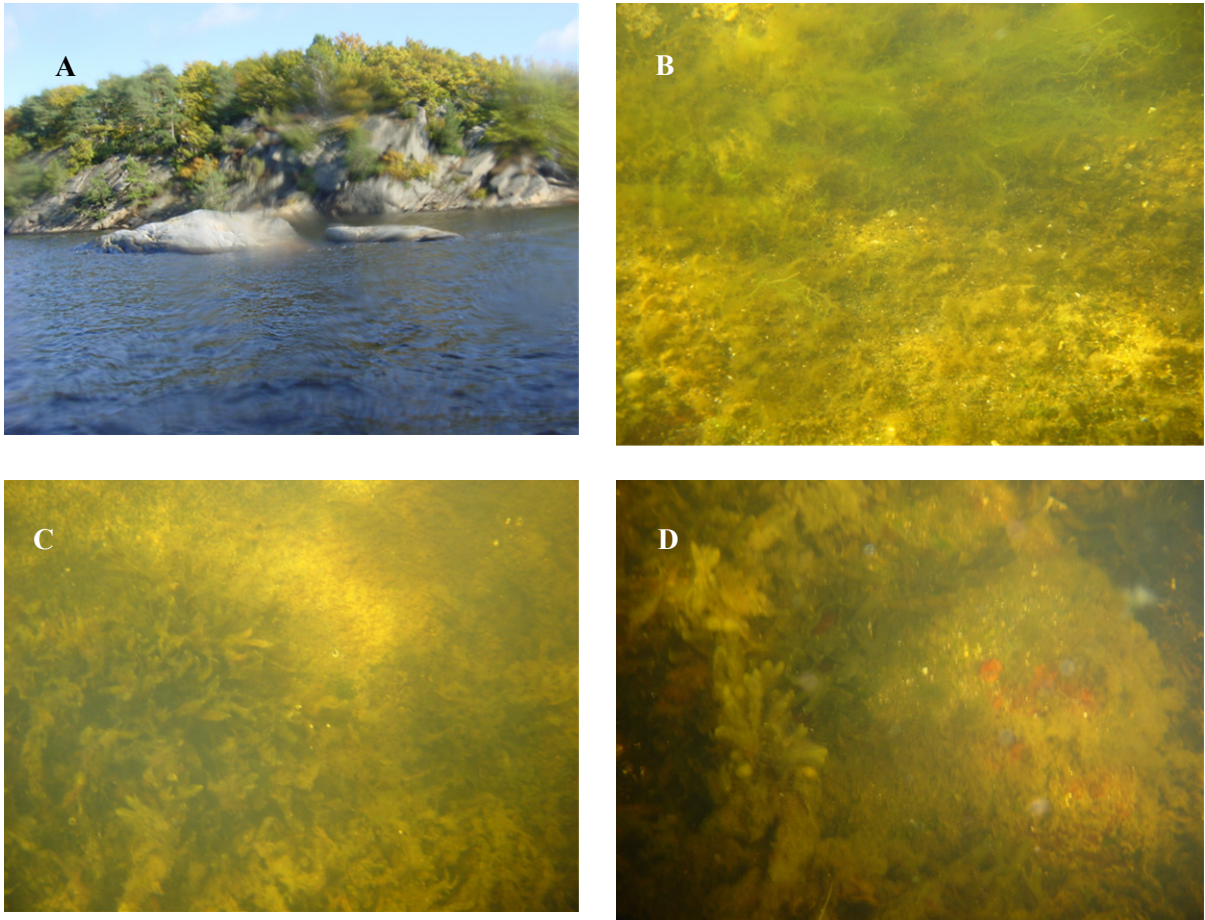
6. Litteratur

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT TA 2229/2007. Oslo. 12s.
- 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
- Møskeland T, Nøland SA. 2004. Forurensningssituasjonen i småbåthavner. Status, økologisk risiko, spredningsvurdering og tiltaksbehov. SFT/DNV, SFT rapport TA-2071/2004. 39 s.
- NIVA 2000. Strandsonebefaring Hånesbukta, Kristiansand. Notat NIVA Sørlandsavdelingen, Grimstad. 6 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.
- Oug E, Kroglund T. 2001. Konsekvensutredning for utvidet småbåthavn i Barselkilen, Grimstad kommune. NIVA rapport 4302. 20 s.
- Oug E, Kroglund T, Roseth R. 2003. Miljøundersøkelse i Hånesbukta, Kristiansand, før utbygging av småbåthavn. NIVA rapport 4769. 31 s.
- Oug E, Molvær J, Kroglund T. 2006. Konsekvenser ved utvidelse av Tingsaker båthavn, Lillesand kommune. Vannsirkulasjon, bunnforhold og naturtyper i strandsonen. NIVA rapport 5182-2006. 33 s.

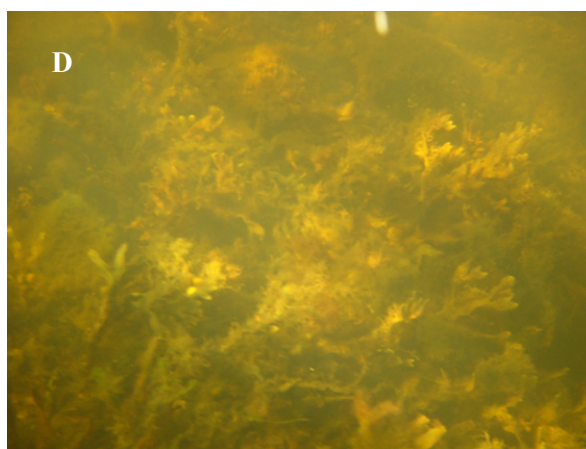
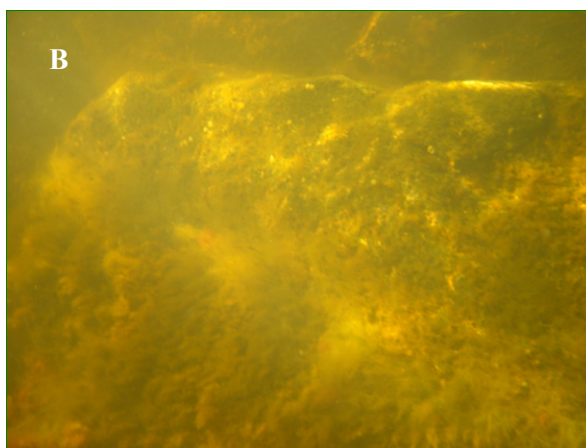
Vedlegg A. Strandsoneundersøkelser



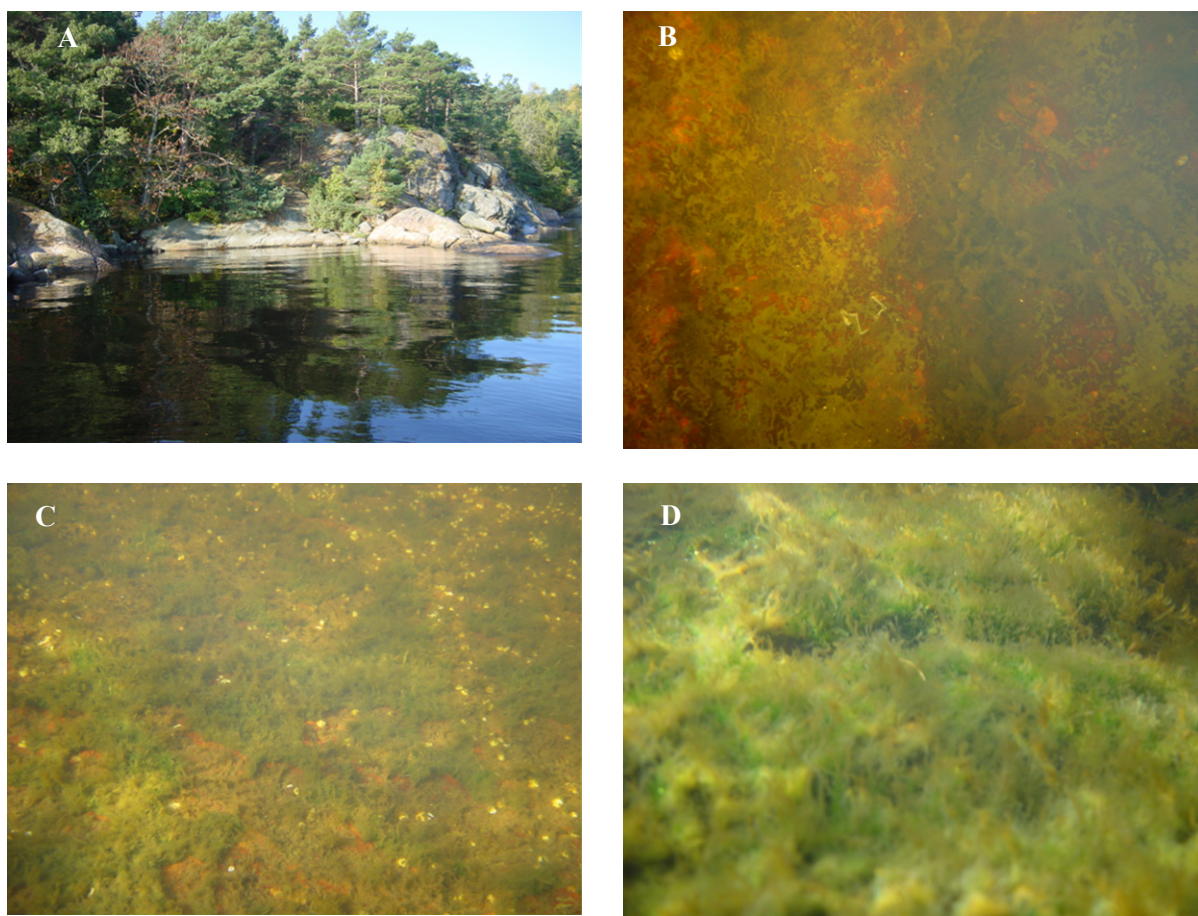
Figur 10. Stasjon HÅ1 innerst i Hånesbukta. Bildene viser tang og mye trådformete grønnalger (besatt med diatomeer slik at fargen blir brun). På bilde C sees blågrønnalgen *Spirulina* som grønt teppe. Ålegras kan skimtes i bilde D.



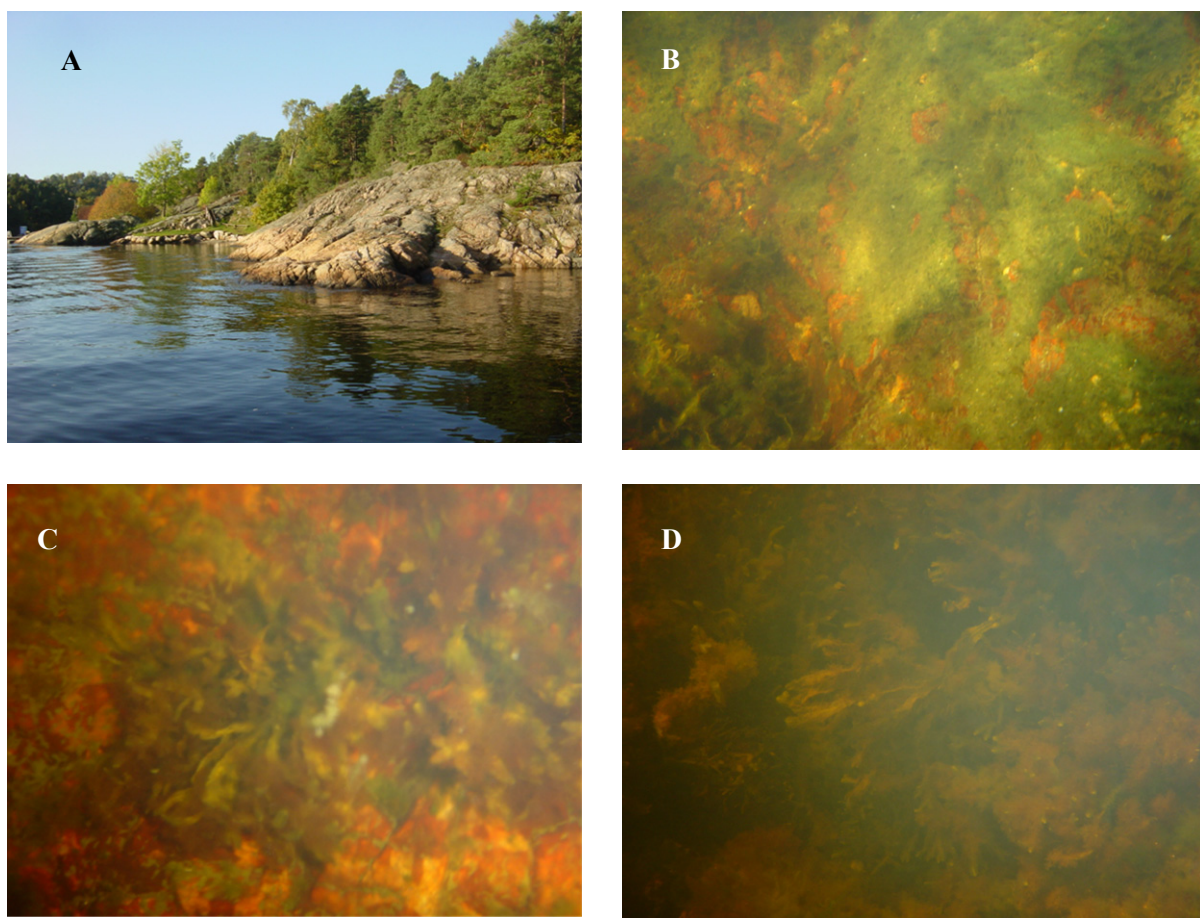
Figur 11. Stasjon HÅ2 i Hånesbukta. Stasjonen var dominert av trådformete grønnalger, diatomeer og blæretang.



Figur 12. Stasjon HÅ3 ytterst i Hånesbukta.



Figur 13. Stasjon HÅ4 i Topdalsfjorden.



Figur 14. Stasjon HÅ5 i Topdalsfjorden.

Vedlegg B. Miljøgifter i bunnsedimenter

Norsk
Institutt
for
Vannforskning

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tel: 22 18 51 00
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn **Hånesbukta**
Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2008-2364

16.02.2009

O.nr. O 28400

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St. A, st. B og st. C bl. pr	2008.10.09	2008.10.21	2008.10.10-2008.12.16

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1
Tørrestoff	%	B 3	61,9
Kornfordeling <63µm	% t.v.	Intern*	33
Nitrogen, total	µg N/mg TS	G 6	1,9
Karbon, org. total	µg C/mg TS	G 6	16,4
Kadmium	µg/g	E 9-5	<0,2
Kobber	µg/g	E 9-5	25,5
Kvikksølv	µg/g	E 4-3	0,18
Bly	µg/g	E 9-5	28
Sink	µg/g	E 9-5	88,4
PCB-28	µg/kg t.v.	H 3-3	<0,5
PCB-52	µg/kg t.v.	H 3-3	0,87
PCB-101	µg/kg t.v.	H 3-3	i
PCB-118	µg/kg t.v.	H 3-3	0,80
PCB-153	µg/kg t.v.	H 3-3	4,6
PCB-138	µg/kg t.v.	H 3-3	3,7
PCB-180	µg/kg t.v.	H 3-3	2,1
Sum PCB	µg/kg t.v.	Beregnet	i<12,57
Seven Dutch	µg/kg t.v.	Beregnet	i<12,57
Naftalen i sediment	µg/kg t.v.	H 2-3	6,1
Acenaftylene	µg/kg t.v.	H 2-3	<2
Acenaften	µg/kg t.v.	H 2-3	<2
Fluoren	µg/kg t.v.	H 2-3	<2
Dibenzotiofen	µg/kg t.v.	H 2-3	<2
Fenantren	µg/kg t.v.	H 2-3	15
Antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	2,7
Fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	37
Pyren	µg/kg t.v.	H 2-3	35
Benz(a)antracen	µg/kg t.v.	H 2-3	16
Chrysen	µg/kg t.v.	H 2-3	21
Benzo(b+j)fluoranten	µg/kg t.v.	H 2-3	50

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-2364

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	St. A, st. B og st. C bl. pr	2008.10.09	2008.10.21	2008.10.10-2008.12.16

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1
Benzo (k) fluoranten	µg/kg	t.v. H 2-3	19
Benzo (e) pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	35
Benzo (a) pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	23
Perylen	µg/kg	t.v. H 2-3	9,7
Indeno (1,2,3cd) pyren	µg/kg	t.v. H 2-3	28
Dibenz (ac+ah) antrac.	µg/kg	t.v. H 2-3	5,0
Benzo (ghi) perylen	µg/kg	t.v. H 2-3	35
Sum PAH	µg/kg	t.v. Beregnet	<345,5
Sum PAH16	µg/kg	t.v. Beregnet	<298,8
Sum KPAH	µg/kg	t.v. Beregnet	168,1
Monobutyltinn	µg MBT/kg	H 14-1*	52
Dibutyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	29
Tributyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	15
Monophenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	2,1
Diphenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	9,1
Triphenyltinn	µg/kg	t.v. H 14-1*	4,3
Oljer, sum	µg/g	t.v. Intern*	22
1,2,4-trimetylbenzen	µg/kg	H22*	<20
1,3,5-trimetylbenzen	µg/kg	H22*	<20
Benzen	µg/kg	H22*	<5
Etylbenzen	µg/kg	H22*	<10
Toluen	µg/kg	H22*	<5
m+p-xylen	µg/kg	H22*	<10
o-xylen	µg/kg	H22*	<10

i : Forbindelsen er dekket av en interferens i kromatogrammet.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

- 1 Metallresultatene er oppgitt på tørrvekt.
SnOrg: Et sertifisert referansemateriale ble analysert parallelt med prøven. Resultatet for MBT var høyere enn øvre aksjonsgrense.

ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2008-2364

VEDLEGG

SUM PCB er summen av polyklorete bifenyler som inngår i denne rapporten.

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

SUM PAH16 omfatter flg forbindelser: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz(a)antracen, chrysen, benzo(b+j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, benzo(ghi)perylene.

SUM KPAH er summen av benz(a)antracen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3-cd)pyren, dibenz(a,c+a,h)antracen, chrysen og naftalen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper i mennesker i flg International Agency for Research on Cancer, IARC (1987, Chrysen og naftalen fra 2007). De tilhører IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlig + trolig carcinogene). Chrysen og naftalen ble inkludert i våre rapporter f.o.m. 18.09.2008.

SUM PAH er summen av alle PAH-forbindelser som inngår i denne rapporten.

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no