

Vikkilen 2014. Kartlegging av biotoper og innhold av miljøgifter i sedimenter i sjøområdene grunnere enn 5 meters dyp



RAPPORT

Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Vikkilen 2014. Kartlegging av biotoper og innhold av miljøgifter i sedimenter i sjøområdene grunnere enn 5 meters dyp.	Løpenr. (for bestilling) 6723-2014	Dato 06.10.2014
	Prosjektnr. Underr. O-14067	Sider 27
Forfatter(e) Tone Kroglund Lise Tveiten Jarle Håvardstun	Fagområde Marin biologi og miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) AS Nymo	Oppdragsreferanse
-----------------------------	-------------------

Sammendrag

Undersøkelsen er en oppfølging av tidligere undersøkelser i Vikkilen ved Grimstad, og dekker områdene grunnere enn 5 meters dyp. Undersøkelser av naturtyper og bunnforhold viste at de indre områdene av Vikkilen består av flat sand- og mudderbunn. De grunneste områdene som tørlegges ved lavvann er mest sandige. På litt dypere vann (1-5 meter) med bløtere sedimenter ble det registrert enkelte ålegrasenger og ellers spredt med ålegras. Sedimentene fra 0,5-1 meters dyp var moderat til sterkt forurenset av TBT (tilstandsklasse III –V). TBT-konsentrasjonene var betydelig lavere enn det som ble målt i 2004-2008, også når man tar høyde for at de de var mer grovkornede i 2014 og naturlig inneholder lavere konsentrasjoner. Tiltak for å redusere miljøgiftkonsentrasjonen i de grunne områdene (0-5 m dyp) vil ha negative effekter på eksisterende organismsamfunn og de samlede konsekvensene kan fort bli større enn ved ikke å gjennomføre tiltak.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Gruntvannsområder	1. Shallow water
2. Biologiske samfunn	2. Marine habitats
3. Sedimenter	3. Sediments
4. Miljøgifter	4. Micropollutants

Tone Kroglund

Tone Kroglund
Prosjektleder

Morten Schaanning

Morten Schaanning
Forskningsleder

Vikkilen 2014. Kartlegging av biotoper og innhold av miljøgifter i sedimenter i sjøområdene grunnere enn 5 meters dyp

Forord

Foreliggende undersøkelse er gjennomført av NIVA på oppdrag fra AS Nymo. Undersøkelsen ble igangsatt for å dokumentere tilstanden i de grunneste områdene av Vikkilen, som til nå ikke har inngått i tiltaksplanene eller den øvrige overvåkingen, og hvor det foreligger få undersøkelser.

Kartlegging av biologiske samfunn og bunnforhold med undervannskamera er gjennomført av Tone Kroglund og Lise Tveiten. Rapporteringen er gjort av Tone Kroglund.

Innsamling av sedimentprøver for miljøgiftanalyser er gjennomført av Jarle Håvardstun og Lise Tveiten. Rapporteringen er gjort av Tone Kroglund og Jarle Håvardstun.

Alle de kjemiske analysene av TBT-innhold i sedimenter er utført av Eurofins.

Grimstad, 06.10.2014

Tone Kroglund

Innhold

	1
Sammendrag	5
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn og formål	8
1.2 Formål	9
1.3 Områdebeskrivelse	9
2. Naturtyper og grunnforhold	10
2.1 Metodikk	12
2.2 Resultater	12
3. Miljøgifter i bunnsedimentene på grunt vann	18
3.1 Metodikk	18
3.2 Resultater og vurderinger	19
4. Samlet vurdering	22
5. Referanser	23
Vedlegg A. Biotoper og bunntyper	24
Vedlegg B. Sedimenter	26

Sammendrag

I Vikkilen ved Grimstad har det vært drevet skipsbygging siden 1750-årene og området var et senter for bygging av seilskip og mindre treskip. I dag er det skipsverft og mekanisk industri og en mindre båthavn i Vikkilen. Inntil for få siden var det aktiviteter i flytedokk med sandblåsing og påføring av bunnstoff.

I en omfattende kartlegging av forurensningstilstanden i 2004/2005 og 2008 ble det funnet at sedimentene var *meget sterkt forurenset* av PAH og TBT. Det forurensningsmessige hovedproblemet i Vikkilen er knyttet til tinnorganiske stoff, spesielt tributyltinn (TBT) fra bunnstoff på båter. TBT er også funnet i høye konsentrasjoner i snegl, og flere sneglearter har utviklet alvorlig grad av kjønnsforstyrrelser (imposex og intersex). På bakgrunn av dette ble det også gjennomført risikovurderinger av bunnsedimentene og laget tiltaksplaner for opprydding. Tiltaksplanene har av tekniske grunner vært begrenset til områder dypere enn 5 meter.

Formålet med foreliggende undersøkelse har vært å kartlegge forurensningstilstanden i de områdene som er grunnere enn 5 m og hvor det foreligger lite data fra før, samt kartlegge hva som forekommer av ålegras og andre spesielle biotoper. Undersøkelsen danner grunnlaget for en vurdering av hvorvidt aktive tiltak i grunnområdene bør gjøres eller frarådes.

Ålegras og bunnforhold på grunt vann

De indre områdene av Vikkilen har flat sand- og mudderbunn. De grunneste områdene tørregges ved lavvann og består av nesten ren sand med fjæremark. Også i øvrige, grunne områder med mer mudderpreget bunn var det forekomster av fjæremark sammen med blæretang, sagtang, blåskjell, østers og strandsnegl. Enkelte steder var det skjellrester på sedimentoverflaten (sandskjell, knivskjell, pelikanfotsnegl mm).

Mudderbunnen skråner raskt ned til større dyp, og i denne skråningen, mellom ca. 1 og 5 meter vokser et smalt belte med ålegras. Det var mye spredte forekomster av ålegras, men også tette enger. Engene er relativt små, men i fin forfatning. Det ble ikke observert andre spesielle biotoper.

Både bløtbunnsområder i strandsonen og ålegrasenger er to viktige naturtyper i grunne farvann. Forekomstene av ålegras i Vikkilen er små i nasjonal og regional sammenheng, men er utvilsomt lokalt viktige. Området virker relativt artsrikt i forhold til hva man kunne forvente med den aktivitet og forurensningstilstand som har vært i området.

Miljøgifter i sedimenter

Resultatene viser at til tross for litt grove, sandige sedimenter, hadde de grunne stasjonene overkonsentrasjoner av TBT (tilstandsklasse III –V, *moderat* til *sterkt forurenset*). Høyest konsentrasjon ble funnet på stasjonen med mest finkornet sediment: stasjon 4 i nordøstre del. Laveste konsentrasjon var i sand/mudderstrendene helt i nord. På stasjonen nærmest Nymo (st. 1) var det avtagende TBT-konsentrasjon nedover i sedimentlagene, mens på stasjon 4 var det økende konsentrasjon nedover i sedimentet.

Innholdet av PAH var stort sett lavt (tilstandsklasse 1 og 2) med unntak av stasjon 4 i nordøstre hjørnet av Vikkilen som var i tilstandsklasse IV (*Dårlig*). Sedimentene hadde lave verdier av metaller (Cd, Cu, Hg, Pb, Zn) og av PCB. Miljøtilstanden for disse stoffene var i klasse I (Bakgrunn) og klasse 2 (God). Sammenlignet med analysene fra 2004-2008 var dagens TBT-konsentrasjon i sedimentene betydelig lavere. Dette kan i noen grad skyldes at sedimentene var mer grovkornete i 2014, men resultatene tyder også på at det har vært en reell nedgang i konsentrasjonen.

Vurderinger

Ved eventuelle tiltak i de grunne områdene (0-5 meters dyp) blir overflatesedimentene fjernet ved mudring eller eksisterende sedimentlag blir overdekket av nytt lag. Tiltakene vil i stor grad fjerne eksisterende organismesamfunn i tillegg til forurensede sedimentene, og ha stor innvirkning på dagens samfunn.

Vi vurderer gruntvannsamfunnene som viktige for hele indre del av Vikkilen, og dersom disse blir overdekket eller fjernet vil dette ha større økologiske konsekvenser enn dagens TBT-konsentrasjoner gir. Strandsnegl har de siste årene vist en relativt rask restituering av kjønnsforstyrrelser til tross for fortsatt høye TBT-verdier i sedimentet og i snegle-vev.

Summary

Title: Vikkilen 2014. Mapping of habitats and content of pollutants in sediments of shallow waters

Year: 2014

Author: T. Kroglund, L. Tveiten, J. Håvardstun

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6458-6

Vikkilen, Grimstad, has been a site for shipbuilding since the 1750s. Today's activities include a shipyard, engineering industries and a smaller marina. The shipyard AS Nymo has been in operation since 1946, with sand blasting and recoating of hulls as important activities. The sand blasting and recoating activities ended in 2013.

In a comprehensive survey of the state of pollution in 2004/2005 and 2008 it was found that the sediments were highly contaminated by PAH and TBT. The main problem in Vikkilen is related to tin organic compounds, especially tributyltin (TBT) in antifouling agents for boats. TBT was also found in high concentrations in the snail, and several snail species have developed severe gender disorders (imposex and intersex).

The purpose of the present survey was to identify pollution status in shallow waters (less than 5 meters depth) and mapping habitats like eelgrass meadows and intertidal soft bottom. The results will inform an assessment whether active remediation should be required or avoided.

The inner part of Vikkilen has shallow, flat sand- and mud sediments. The shallowest areas will be dry at low tide. The seafloor slopes rapidly down to 10 m depth, with eelgrass growing between 1 - 5 meters. The eelgrass meadows are relatively small, but in good condition. The intertidal soft bottom areas and eelgrass meadows are two locally important habitats in Vikkilen. The area seems relatively species-rich compared to what one might expect from the activities and pollution level in the area.

This survey shows that the sediments had elevated concentrations of TBT (class III-V, moderately to heavily polluted). Highest concentrations were found in the most fine-grained sediment (station 4). Lowest concentrations were in the sand / mud beaches in the northern part of Vikkilen. The contents of PAHs were generally low (class 1 and 2) with the exception of station 4 which was in class IV (Bad). The sediments had low levels (class I-II) of metals (Cd, Cu, Hg, Pb, Zn) and of PCB.

Today's TBT concentration in sediments is lower than in 2004-2008. This may be partly because the sediments were coarser grained in 2014, but the results also indicate that there has been a real decline in concentration.

Remedial actions like dredging or covering existing sediment with clean layers will largely eliminate the existing soft bottom communities and eelgrass meadows and may result in greater ecological impact than the current TBT concentrations provides. Periwinkles have shown a relatively quick recovery since 2005, despite continued high TBT levels in the sediment and snail tissue.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

I Vikkilen ved Grimstad har det vært drevet skipsbygging siden 1750-årene og området var et senter for bygging av seilskip og mindre treskip. I dag er det skipsverft og mekanisk industri og en mindre båthavn i Vikkilen. AS Nymo ble etablert i 1946 og fikk anlagt en flytedokk i 1963 hvor sandblåsing og påføring av bunnstoff ble en viktig aktivitet. Som ved andre skipsverft har miljøskadelige stoffer blitt tilført sjøen og gitt opphav til langvarig forurensning av lite nedbrytbare stoffer.

En omfattende kartlegging av forurensningstilstanden i sedimentene i Vikkilen ble gjort i 2004/2005 (Næs mfl. 2005) og supplert med nye undersøkelser i 2008 (Bakke mfl. 2008). Undersøkelsene viste at Vikkilen i liten grad var forurenset av tungmetaller og PCB, bortsett fra enkelte steder i nærheten til Nymo, men var markert til meget sterkt forurenset (tilstandsklasse III-V) av PAH og meget sterkt forurenset (klasse V) av TBT.

Nivåene i Vikkilen var svært høye og hele fjordområdet ble karakterisert som meget sterkt forurenset av TBT (Bakke mfl. 2008). Verdiene varierte fra ca. 600 til ca. 60.000 µg/kg (grensen for dårligste tilstandsklasse V er 100 µg/kg). Nivåene tilsvarer det som er funnet utenfor andre skipsverft i Norge og de høyeste nivåene i Vikkilen er de høyeste som noen gang er registrert i norske farvann. TBT brytes svært langsomt ned i naturen og er fortsatt et alvorlig miljøproblem selv om det ikke lenger er i bruk. TBT er også meget giftig og forårsaker blant annet kjønnsforstyrrelser hos marine snegl. I undersøkelser av snegl fra Vikkilen er det påvist både høye TBT-nivåer og klare kjønnsforstyrrelser (Tveiten mfl. 2012, Tveiten og Bakke 2013), men også en betydelig reduksjon i kjønnsforstyrrelse fram til 2014 (Tveiten og Kroglund 2014).

Risikovurderinger av bunnsedimentene i Vikkilen er utført i 2008, 2011 og 2012 (Bakke mfl. 2008 og 2012, Bakke og Næs 2012) og det er utarbeidet tiltaksplan for området (Bakke og Næs 2014). Tiltakene i tiltaksplanen er av tekniske grunner (bruk av splittlekter) begrenset til områder dypere enn 5 meter.

Miljødirektoratet har varslet å pålegge Nymo å gjennomføre opprydningstiltak i et større område av Vikkilen enn det tiltaksplanen legger opp til. Formålet er å håndtere den alvorligste forurensningen og hindre rekontaminering av de behandlede områdene i etterkant. Tiltaks målet er at sedimentene skal være i tilstandsklasse II.

Miljødirektoratet finner det i denne sammenhengen ikke akseptabelt at områdene grunnere enn 5 m utelates fra tiltaksplanen av praktiske grunner siden det finnes alternative metoder til splittlekter, og direktoratet vurderer å pålegge opprydning her også, med mindre det kan dokumenteres at det ikke er forurensning i disse grunnområdene.

Det foreligger få undersøkelser av de grunne områdene av Vikkilen og Nymo ønsket å få gjennomført undersøkelser for å dokumentere forurensningstilstanden i disse sedimentene og også kartlegge hva som forekommer av ålegras, mudderflater eller andre biotoper som kan bli ødelagt ved mudring eller tildekking. Nymo ønsket også å videreføre undersøkelsene av kjønnsforstyrrelser hos snegl, dette er rapportert i en separat rapport (Tveiten og Kroglund 2014).

1.2 Formål

Formålet med undersøkelsen har vært å undersøke forurensningstilstanden i de grunne områdene av Vikkilen og kartlegge hva som forekommer av ålegras og andre spesielle biotoper.

Undersøkelsen omfatter:

- Registrering og beskrivelse av biotoper og bunnforhold i de indre del av Vikkilens sjøområder som er grunnere enn 5 m
- Analyse av miljøgifter i grunnområdenes overflatesediment som ikke tidligere er undersøkt, samt analyser for å sjekke hvor dypt forurensningen stikker

(I tillegg var det med i planen å fotoregistriere vertikale sedimentprofiler i de øverste 20 cm ved bruk av SPI-kamera, med forbehold om at SPI-utstyret var reparert og klart innen feltarbeidet starter. Det lyktes ikke å få reparert SPI-kameraet innen feltarbeidet og disse registreringene måtte derfor utgå).

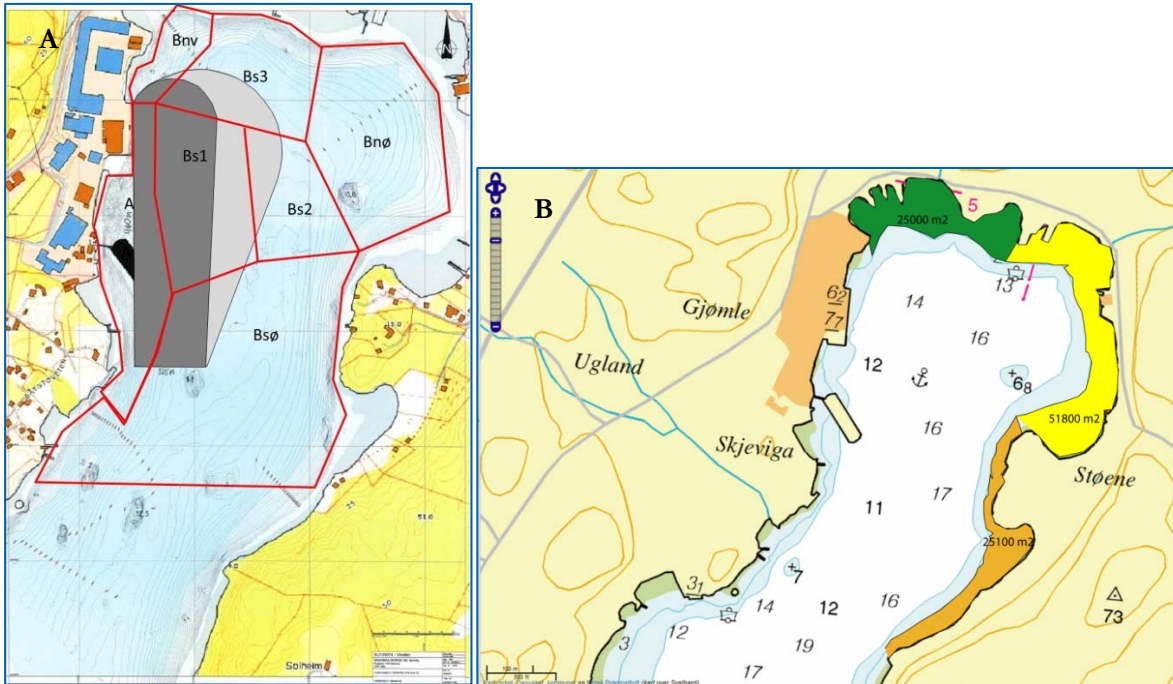
1.3 Områdebeskrivelse

Vikkilen er en forlengelse av Groosefjorden ved Grimstad og strekker seg i en lengde av ca. 3 km mot NØ fra selve fjorden. Største bredde, ca. 500 m, finnes i indre del av kilen mens smaleste bredde er ca. 150 m ytterst ved Biodden. Største dybde er på 40 m ved Grimstad havn og blir gradvis grunnere innover til ca. 13 meters dyp i indre del. Deretter skråner bunnen raskt opp til grunne tidevannsflater helt innerst i kilen. Totalt vannvolum er anslagsvis 13 mill m³. Eneste ferskvannstilførsel av betydning er Sævelibekken som renner ut innerst i Vikkilen og har en midlere vannføring på ca. 260 m³/time.

Det aktuelle undersøkelsesområdet for denne kartleggingen har vært grunnområdene < 5 meter i indre del av Vikkilen. I tiltaksplanen (Bakke og Næs 2014) omfatter dette områdene som grenser mot delområde Bnv, Bs3 og Bnø (**Figur 1A**). Grunnområdet har en størrelse på ca. 77.000 m². Tre tidligere sedimentstasjoner ligger innenfor området, to i grunnområdet innenfor delområde B-nv og en stasjon på grensen mellom dette og delområde Bs3 (**Figur 8**).

Området hvor tiltaksplanen anbefaler aktivt tiltak (tildekking) er angitt med grå skravering i **Figur 1 A** og er anslått til ca. 108 000 m².

I delområde A er det allerede gjennomført flere mudrings- og tildekkingsiltak i forbindelse med utbygging av kaikapasiteten for AS Nymo i 2007-2008.



Figur 1 A: Tiltaksplanens inndeling av delområder i Vikkilen (Bakke og Næs 2014). Delområde A er nærområdet til Nymo. Skravering: manøvreringsområde for fartøyer utenfor verftet. **Figur 1 B:** Grunnområdene med vanddyb mindre enn 5 m dyp innenfor delområde Bnordvest, Bs3 og Bnordøst i indre del av Vikkilen er vist som grønt og gult areal i kartet. Samlet areal er beregnet til ca.77.000 m².

2. Naturtyper og grunnforhold

Undersøkelsen ble gjennomført for å dokumentere de natur- og bunntyper som finnes innenfor de områdene som kan være aktuelle for tiltak, dvs mudring eller tildekking.

Grunne områder er ofte både artsrike og produktive og det kan være mange ulike naturtyper og biotoper innen samme område. Noen naturtyper regnes å være mer følsomme enn andre, og påvirkes alle av ulike fysiske og vannkjemiske forhold. Bløtbunnsområder i strandsonen og ålegrasenger er to viktige naturtyper i grunne farvann (se faktabokser om naturtypene).

Ved en eventuell mudring blir overflatesedimentene gravd eller sugd opp. Ved tildekking blir et nytt sedimentlag /evt med underliggende geotekstilduk lagt oppå de gamle sedimentene. Tiltakene vil fjerne forurensende stoffer som kan ha negativ innvirkning på organismesamfunnene. Samtidig vil tiltakene i stor grad ødelegge/utradere eksisterende organismesamfunn. Tiltakene kan imidlertid danne grunnlag for et mer artsrikt samfunn med bedre tilstand dersom det eksisterende er sterkt påvirket av dagens tilstand.

FAKTABOKS 1**Ålegrasenger**

Undervannssenger omfatter grunne områder, vanligvis ned til 2-5 meters dybde (men kan også vokse dypere). Finnes spesielt i grunne sund og beskyttede, langgrunne bukter og tidevannsoner med mer eller mindre brakkvannspåvirkning og karakteriseres av et fåtall karplanter.

Ålegras er en av svært få marine blomsterplanter. I Norge finnes det to arter ålegras, vanlig ålegras (*Zostera marina*) og dvergålegras (*Zostera noltii*). Ålegras vokser på sand- eller mudderbunn i grunne områder, hvor det kan danne store undervannssenger. Naturtypen er vanligst i beskyttede og middels eksponerte områder. Ålegras skiller seg ut fra makroalger (tang og tare) ved at de har et rotsystem i bunnsedimentet som benyttes for næringsopptak og for å holde planten fast.

Utbredelse

Undervannssenger av vanlig ålegras finnes fra svenskegrensa til Troms, og kanskje i fjordstrøk i Finnmark. De forekommer på sand- eller mudderbunn fra relativt eksponerte områder til mer beskyttede områder. Ålegras vokser normalt i grunne områder, ned til ca. 10 m dyp, og på flat bunn opp mot 10° helningsvinkel. Dvergålegras-utforminger er sjeldne og ansett som akutt truede (CR). Disse utformingene forekommer i spredte forekomster i tre områder: Oslofjorden, Jæren og Sunnhordaland.

Hvorfor er naturtypen viktig?

Større forekomster av undervannssenger er uvanlige og dels sjeldne. Naturtypen inneholder flere spesialiserte arter og samfunn, og rødlistearter og sjeldne utforminger forekommer. Ålegrasenger og andre sjøgrasområder er svært produktive og regnes som viktige marine økosystemer på verdensbasis. Undervannssenger er ofte viktige næringsøk-områder for sjeldne fuglearter.

Svært viktige: Større upåvirkede komplekser av undervannssenger (> 100 000 m²) og alle forekomster av akutt truede utforminger som Dvergålegras, Havfruegras og Kortsuddplante-under-vannsenng/forstrand-utforminger.

Viktige: Ålegrasenger nær kjente gyteplasser samt mindre undervannssenger (< 100 000 m²).

www.miljodirektoratet.no

FAKTABOKS 2**Bløtbunnsområder i strandsonen**

Bløtbunn består av mudder og/eller fin, leirholdig eller grovere sand som ofte tørrelegges ved lavvann. Et stort antall arter er å finne i bløtbunnsområder i strandsonen og produksjonen i vannmassene kan være høy.

Vanlige arter er fjæremark, sandmusling, knivskjell, hjertemusling, pelikanfotsnegl, tårnsnegl, sjøstjerner og sjøpinnsvin. Flere arter lever nedgravd. Ofte kan områder med sterk bølgeaktivitet se helt livløse ut fordi organismene er veldig små og lever nede i sedimentet. Områdene er viktige som rasteplasser for fugl i trekkperioden.

Viktige utforminger

- Bølgepåvirkede strender av ren sand (I0801)
- Strandflater av mudderblandet sand med skjell og sandmark (*Arenicola*), ofte også med spredt vegetasjon av tang på stein. Noen steder heter dette ”makkfjære” (I0802)
- Strandflater med bløtt mudder i beskyttede områder (I0803)

Utbredelse

Finnes over hele landet, men større bløtbunnsområder er sjeldne. Giske og Uksnøy (Møre og Romsdal) og Jæren (Rogaland) er noen av de få områdene i Sør-Norge med store grunne arealer med sand og mudderbunn. Grandefjæra og Kråkvågsvaet (Sør-Trøndelag) er viktige beiteområde for sjøfugl. Dette gjelder også Tautra (Nord-Trøndelag).

Hvorfor er naturtypen viktig?

Store bløtbunnsområder gir robuste og stabile (motstandsdyktige) økosystemer og utgjør viktige beiteområder for fugl og fisk. Bløtbunnsarter er i hovedsak stasjonære og påvirkes av faktorer direkte på de stedene hvor de befinner seg. Bentiske samfunn kan dermed brukes som et miljøarkiv for status og endringer i det marine miljø. Endringer i artsdiversitet kan brukes til å påvise forurensningseffekter av punktkilder og i forbindelse med klimatiske endringer.

I Norge omfattes ca. 18 bløtbunnsområder i strandsonen av Ramsarkonvensjonen for våtmarksområder. Dette innebærer at områdene står på konvensjonens liste over internasjonalt viktige våtmarksområder. Norske bløtbunnstrender er viktige for trekkende vadefugler.

Svært viktige: Større strandflater (> 500 daa) som er næringsområde for bestander av overvintrende og trekkende vadefugler.

Viktige: Større strandflater (> 200 daa) som er næringsområde for stedegne fugler (vadefugler, andefugler) og fisk (kutlinger, flyndrer). Syd for Stad regnes strandflater større enn ~100 daa som viktige.

www.miliodirektoratet.no

2.1 Metodikk

Ålegras og andre strukturerende organisesamfunn ble kartlagt med nedsenkbar videokamera og vannkikkert fra lettboat. Samtidig ble substrattypen registrert. Rådata er vist i Vedlegg A.

Feltarbeidet ble gjennomført 20. mai 2014 under gode registreringsforhold med sol og lite vind. Feltarbeidet ble gjennomført av Tone Kroglund og Lise Tveiten.

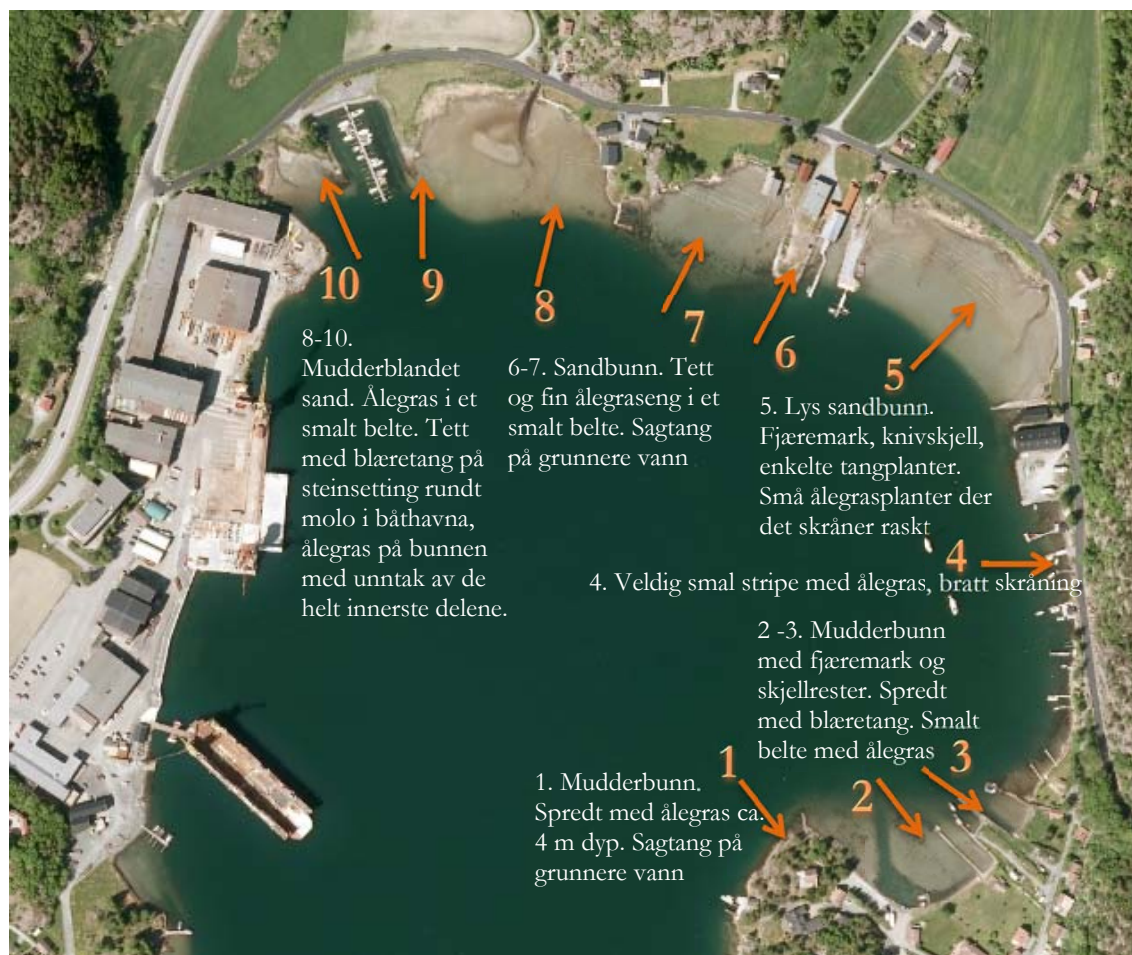
2.2 Resultater

De indre områdene av Vikkilen er grunne og har flat sand- eller mudderbunn innerst. Det er stedvis svært grunt, mindre enn 0,5 meters vanddyb og disse områdene tørrelegges ved lavvann. Det var mye fjæremark (*Arenicola marina*) på mudder/sandflatene. I enkelte partier var det flekkvise forekomster av blæretang (*Fucus vesiculosus*) og sagtang (*Fucus serratus*), blåskjell (*Mytilus edulis*) og strandsnegl (*Littorina* spp). De østligste områdene var mer preget av mudder i de grunneste områdene enn de nordlige, og det vokste

både tang, østers (*Ostrea edulis*) og blåskjell på bunnen. Overflatesedimentet hadde skjellrester (bl.a. sandskjell, knivskjell, pelikanfotsnegl mm). Bløtbunnsområdene helt i nord var nesten ren sand med fjæremark. Bløtbunnsområdene i tilknytning til tiltaksområdene A og B utgjør til sammen over 100.000 m² og regnes dersom som viktige (faktaboks 2).

Mudderbunnen skråner bratt ned til større dyp, og i denne skråningen, mellom ca. 1 og 5 meters dyp vokser et smalt belte med ålegras (*Zostera marina*). Ålegras vokste spredt flere steder men helt i nord ble det også funnet fine, tette forekomster (**Figur 2**). Det er ikke annen strukturerende vegetasjon i denne delen av Vikkilen ettersom det er mangel på fjell og stabile stein. Ålegrasengene er små og regnes ikke som nasjonalt eller regionalt viktige, men er utvilsomt lokalt viktige (se faktaboks 1) i Vikkilen hvor det ellers er lite annen vegetasjon eller strukturerende arter i strandsonen. Ålegrasengene utgjør et viktig habitat som matfat og skjulested for fisk og annen fauna. Rotsystemene holder sedimentene stabile. I 2007 ble ålegras i Vikkilen kartlagt i et nasjonalt kartleggingsprosjekt (www.naturbase.no). Det ble registrert 4 enger på til sammen 13.000 m². Forekomsten av ålegrasengene stemmer godt overens med hva som ble registrert i foreliggende undersøkelse (**Figur 7**).

Både bløtbunnsområder i strandsonen og ålegrasenger er to viktige naturtyper i grunne farvann. Grunnområdene i Vikkilen virker relativt artsrikt i forhold til hva man kunne forvente med den aktivitet og forurensningstilstand som har vært i området.



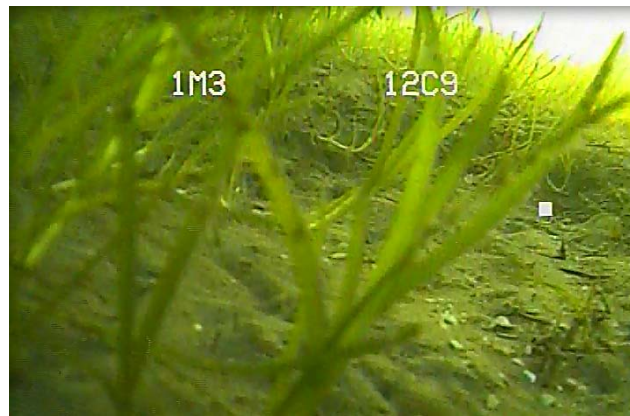
Figur 2. Registreringer av ålegras og bunnssubstrat i indre del av Vikkilen, Grimstad. AS Nymo på høyre side av bildet. Piler viser hovedtransekter under registreringen.



Figur 3. Sand/mudder bunn i indre og østre deler av Vikkilen (område Bnø i tiltaksplanen, transekter nr.2 og 3 i Figur 2). Enkelte tangplanter vokste på mudderbunnen. Spredt med ålegras, både små former og lange planter på litt dypere vann. Lite annen begroing. Enkelte levende blåskjell, østers, snegl og sjøstjerner i tillegg til mye skjellrester.



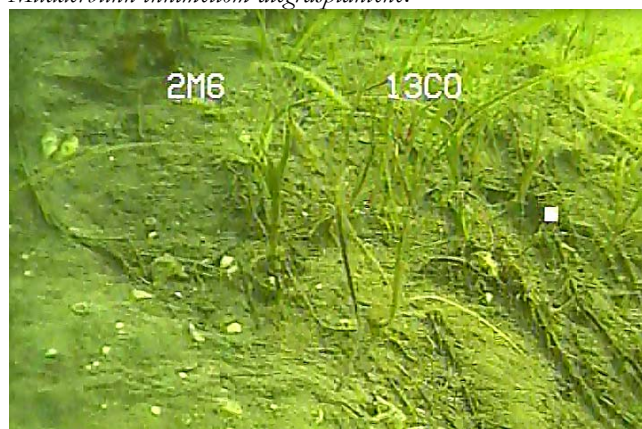
Tidevannsflate med sand og fjæremark



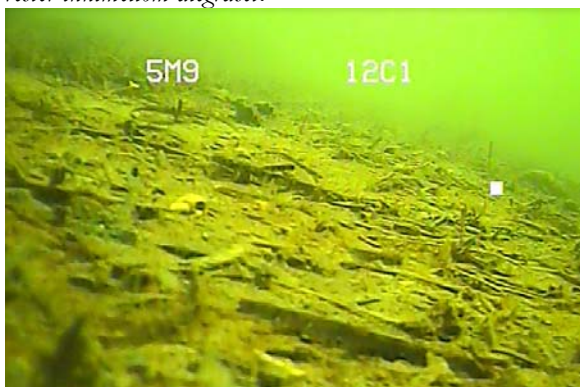
Skråning med korte ålegrasplanter fra ca. 1 m dyp. Mudderbunn innimellom ålegrasplantene.



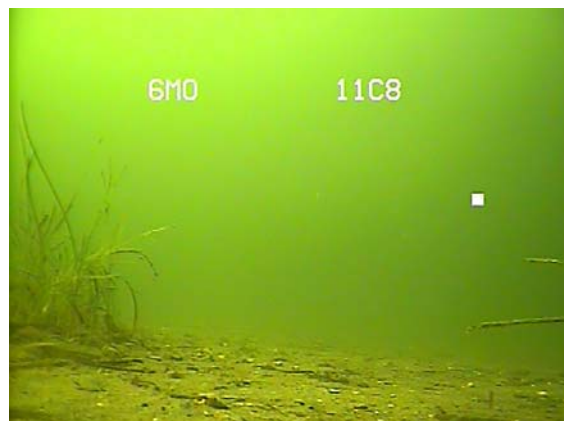
Tett, fin ålegraseng på 2-3 meters dyp. Mye organiske rester innimellom ålegraset.



Ålegras og skjellrester på mudderbunn.



Skråning nedenfor ålegraseng. Mudderbunn med organiske rester av bl.a ålegrasplanter.



Ålegras vokser spredt/enkeltnvis ned til ca. 6 meter

Figur 4. Bilder fra nordre del av Vikkilen (transekt nr. 5-7 i Figur 2). Relativt mye ålegras i et smalt belte. Ren sandbunn på grunt vann og mer mudderbunn lenger nede.



Strandeng innerst og grunn tidevannsflate med sandbunn.

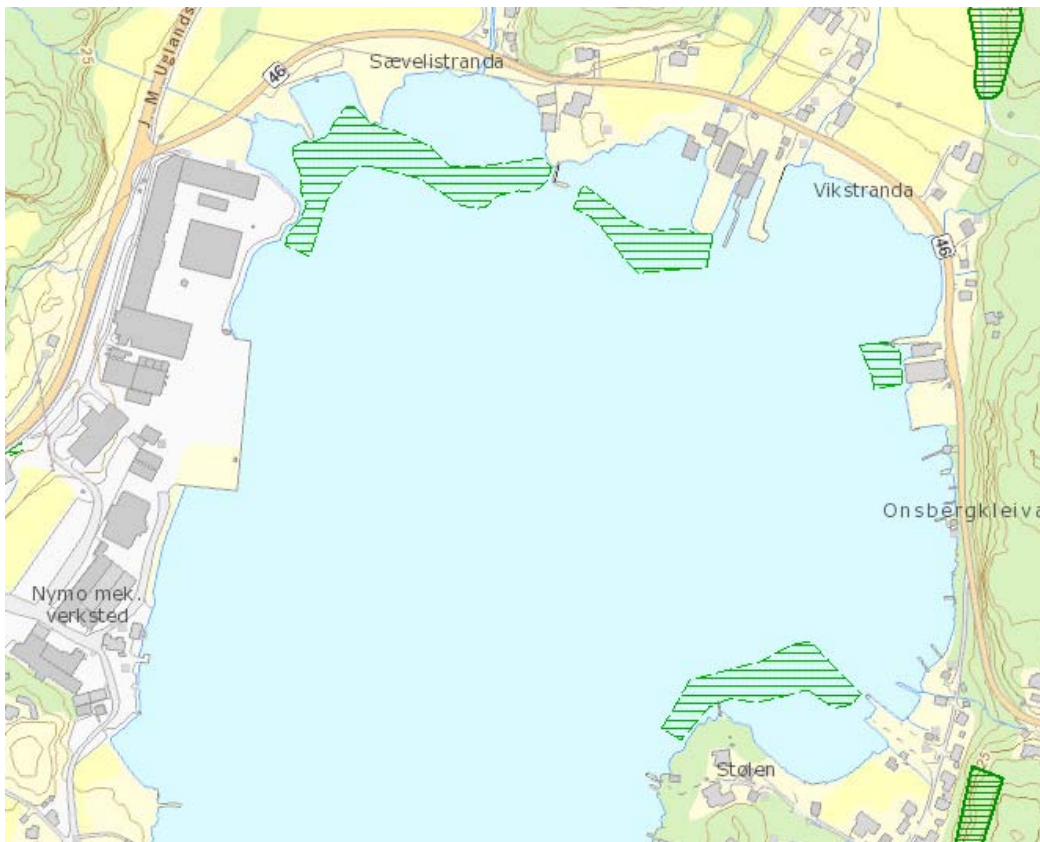


Sandbunn med ekskrementbauger etter fjæremark - Arenicola marina.

Figur 5. Vestre del av indre Vikkilen (transekt 8-10 i Figur 2). Sandig sediment med innslag av mudder. Fjæremark (*Arenicola marina*) på sandbunnen. Svært lite begroing på sandbunn < 0,5 m dyp, enkelte skjellrester. Fra ca. 1-5 m dyp var ålegras vanlig med unntak av inni båthavna.



Figur 6. Grønne prikker viser registrerte forekomster av ålegras i 2014.



3. Miljøgifter i bunnsedimentene på grunt vann

3.1 Metodikk

For å kartlegge forurensningstilstanden i de grunne områdene av Vikkilen som er lite undersøkt fra før, ble det tatt prøver av overflatesedimentene fra 4 nye stasjoner i 2014. Fra 2 av stasjonene ble det også analysert prøver fra dypere ned i sedimentet. Oversikt over stasjonene er vist i **Tabell 1** og stasjonsplasseringen er vist i **Figur 8**. Stasjon 1 ble lagt til samme posisjon som stasjon 20 (2004) der det tidligere er målt høye konsentrasjoner.

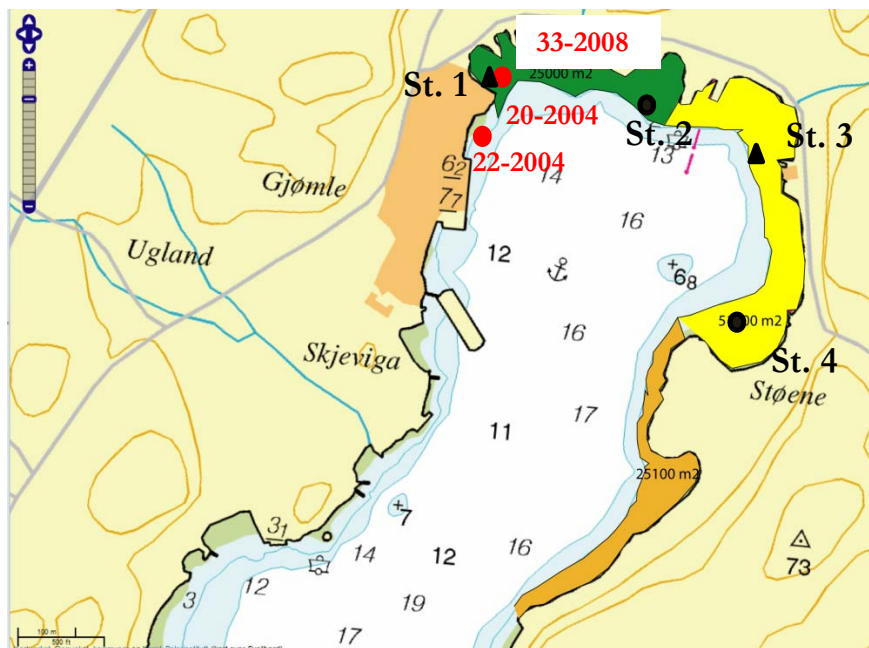
Tabell 1. Stasjoner for prøvetaking av sedimenter for analyse av miljøgifter.

Stasjon	Sedimentprøve	Delområde	Posisjon (UTM33)	Dyp
St. 1	0-2 cm, 2-5 cm 5-10 cm	Bnv	126617E 6486837N	0,5-1 m dyp
St. 2	0-2 cm	Bs3	126913E 6486778N	0,5-1 m dyp
St. 3	0-2 cm 2-5 cm 5-10 cm	Bnø	127082E 6486710N	0,5-1 m dyp
St. 4	0-2 cm	Bnø	127014E 6486384N	0,5-1 m dyp

Sedimentprøvene ble tatt med en liten håndholdt kjerneprøvetaker som ble presset loddrett ned i sedimentet. Prøvetakingen ble utført av Jarle Håvardstun og Lise Tveiten.

Prøvene ble frosset ned og sendt NIVAs laboratorium i Oslo for analyse av PAH, PCB, TBT, Pb, Cd, Cu, Hg, Zn, tørrstoff (TTS %), Kornstørrelse og organisk karbon (TOC). Alle analysene er utført av NIVAs underleverandør Eurofins.

Resultatene er vurdert etter Miljødirektoratets klassifisering av vann og marine sedimenter (Veileder TA-2229/2007). Klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunn, der klasse 1 er bakgrunnsnivå og klasse V er omfattende akutt-toksiske effekter (**Tabell 2**).



Figur 8. Sedimentstasjoner for analyse av miljøgifter. Røde punkter viser tidligere analyserte sedimentprøver og deres stasjonsnummer. Sorte symboler viser nye stasjoner i denne undersøkelsen: to stasjoner for innsamling av overflatesediment (sorte punkter) og to stasjoner for analyser av dypere sedimentlag (sorte trekant). Grunnområdene med vandndyp mindre enn 5 m dyp innenfor delområde Bnordvest, Bs3 og Bnordøst i indre del av Vikkilen er vist som grønt og gult areal i kartet. Samlet areal er beregnet til ca.77.000 m².

Tabell 2. Klassifisering av organiske miljøgifter i sjøvann og marine sedimenter. Klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismsamfunn. Veileder 2229/2007.

I	II	III	IV	V
Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

3.2 Resultater og vurderinger

Analyseresultatene viser lave verdier av alle metaller (Cd, Cu, Hg, Pb, Zn) og av PCB (**Tabell 3**). Miljøtilstanden for disse stoffene er i klasse I (bakgrunn) og klasse 2 (god) iht gjeldende tilstandsklassifisering for miljøgifter i sedimenter (SFT-veileder TA-2229/2007, Vedlegg B2).

Innholdet av PAH var også stort sett lavt (tilstandsklasse 1 og 2) med unntak av stasjon 4 ved Vikstølen. Her var tilstanden i klasse IV (dårlig).

TBT var i tilstandsklasse IV (dårlig) på stasjonen nærmest Nymo, klasse III (moderat) i overflaten på stasjon 2 og 3 i nordenden av Vikkilen og i tilstandsklasse V (svært dårlig) på stasjon 4 i østre del av området. Det var økende konsentrasjoner nedover i sedimentet på stasjon 3, mens det var høyest TBT-konsentrasjon i øverste sedimentlag på stasjon 1 nærmest Nymo.

Resultatene viser dårligst tilstand i mudderbukta ved Støene på andre siden av Vikkilen fra Nymo, for alle metaller og miljøgifter. Denne stasjonen hadde også høyest organisk innhold og noe mer finkornete sedimenter. Det typiske er at jo grovere sedimenter, jo lavere innhold av miljøgifter. De mer sandige sedimentene hadde lavere innhold av miljøgifter.

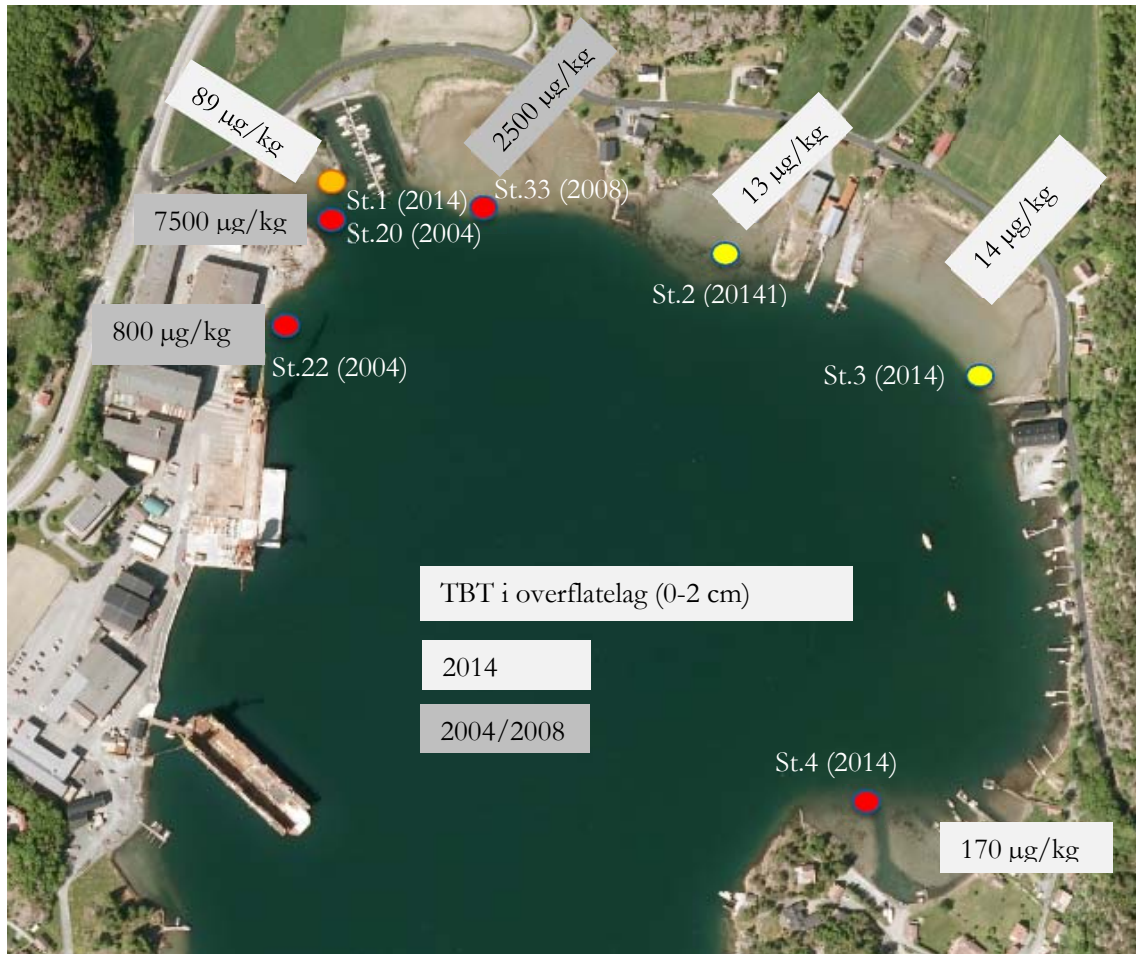
Sammenlignet med analysene fra 2004 og 2008 (Bakke mfl. 2008) var dagens TBT-konsentrasjoner betydelig lavere (**Tabell 3**). Innholdet av kobber, bly og sink var også noe lavere i 2014, mens PAH, PCB, kadmium og kvikksølv var på omtrent samme nivå som i 2004/2008. Sedimentene som ble prøvetatt i 2004 og 2008 hadde høyere andel av finpartikulært materiale (<63µ) enn i 2014 og dette kan forklare noe av denne forskjellen. Det kan også være at det generelle miljøgiftinnholdet i sedimentene er på vei ned slik man ser i snegl fra samme området (Tveiten og Krøglund 2014). Prøvene fra 2014 er tatt i ett vanddyb på 0,5-1m og ligger følgende i bølgeslagssonen. Dette vil kunne medføre en kontinuerlig utvasking av de fineste partiklene på sedimentoverflaten. Stasjon 4 som hadde de høyeste konsentrasjonene ligger noe mer beskyttet og har også en høyere andel finpartikulært materiale enn de andre stasjonene.

- **Resultatene viser at til tross for litt grovere, sandige sedimenter var TBT-innholdet i tilstandsklasse III -V i overflatelaget.**
- **For PAH var én av 8 prøver i tilstandsklasse IV, de øvrige prøvene var i klasse I og II. Prøven med høyest konsentrasjon hadde også høyest organisk innhold.**
- **Metaller og PCB var i tilstandsklasse I eller II for alle prøvene.**

Tabell 3. Analyseresultater fra sedimentstasjoner fra <5m dyp i indre Vikkilen. Fargekodene følger klassifisering av sedimenter i veileder 2229-2007. Tabellen viser både verdiene for TOC og normalisert TOC.

Analysevariabel Enhet ==>	År	TTS %	KORN		TOC (Norm. TOC) µg/mg TS	Cd mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Hg mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Zn mg/kg TS	SUM	Sum	TBT
			<63µm % tv								PCB µg/kg TS	PAH16 µg/kg TS	
St. 1	0-2 cm	2014	73	42	5,4 (15,4)	0,19	12	0,016	28	51	3,5	738	89
St. 1	2-5 cm	2014	71	41	7,3 (17,9)	0,18	12	0,030	13	87	3,5	1054	96
St. 1	5-10 cm	2014	76	25	5,5 (19)	0,22	11	0,105	15	49	5,86	1723	22
St. 2	0-2 cm	2014	75	17	2,7 (17,6)	0,055	2,7	0,005	2,0	11	3,5	160	13
St. 3	0-2 cm	2014	76	11	2,8 (18,8)	0,100	4,4	0,012	3,9	21	3,5	358	14
St. 3	2-5 cm	2014	79	15	4,6 (19,9)	0,12	5,9	0,015	5,0	24	3,5	551	34
St. 3	5-10 cm	2014	76	18	7,1 (21,9)	0,20	9,3	0,036	8,4	33	3,5	1625	47
St. 4	0-2 cm	2014	43	28	31,1 (44,1)	1,1	37	0,093	27	130	7,06	12468	170
Resultater fra tidligere undersøkelser, stasjoner grunnere enn 5 m dyp.													
St. 20	0-2 cm	2004	39,8	65	25,5 (31,8)	0,5	228	0,051	93,1	577	1,62	6117	7500
St. 22	0-2 cm	2004	72,4	65	4,3 (10,6)	<0,2	60,7	0,008	57,7	286	2,01	671	800
St. 33	0-2 cm	2008	57	54	25,2 (33,5)	0,28	90,2	0,05	52,7	277	0,52	1666	2500

St1 (2014) tilsvarer St 20 (2004).



Figur 9. Målte konsentrasjoner av TBT i overflatelag (0-2 cm) i indre del av Vikkilen i foreliggende undersøkelsen og i 2004 og 2008 (Bakke mfl. 2008). Stasjonene har fått farge etter hvilken tilstandsklasse sedimentet havner i.

4. Samlet vurdering

Området i dag:

Ålegrasengene i Vikkilen er små, men de er lokalt viktige ettersom det ellers er få strukturerende arter på grunt vann. Ålegrasengene utgjør et viktig habitat som matfat og skjulested for fisk og annen fauna. Bløtbunnsområdene i Vikkilen er store og verdsettes som viktige iht Veileder for kartlegging av naturtyper. De sandige sedimentene grunnere enn 5 meters inneholder lite miljøgifter. De bløte sedimentene har høyere konsentrasjoner, men dagens nivå ser ikke ut til å ha større innvirkning på det biologiske samfunnet i gruntvannsområdene.

Konsekvenser ved tiltak

Tiltak som gjøres for å forbedre miljøgifttilstanden i Vikkilen vil omfatte enten mudring eller tildekking av sedimentene. Ved mudring blir overflatesedimentene gravd eller sugd opp, mens ved tildekking blir et nytt sedimentlag /evt med underliggende geotekstilduk lagt oppå de gamle sedimentene. Tiltakene vil redusere konsentrasjonen av miljøgifter og målet er at sedimentene skal oppnå tilstandsklasse I-II. På kort sikt kan mudring og tildekking gjøre miljøgiftene mer tilgjengelig ved oppvirvling i tiltaksperioden. Men på sikt vil tiltakene resultere i mindre kjønnsforstyrrelser hos snegl og redusere spredningen av TBT til organismer knyttet til marine næringskjeder.

Samtidig vil tiltakene i stor grad ødelegge eksisterende organismesamfunn på bunnen. En tildekking vil dekke over eksisterende ålegrassamfunn og bløtbunnsfauna og utradere disse. Ved mudring blir hele overflatelaget med tilhørende organismer også fjernet. Organismesamfunnene må etablere seg på nytt og dette kan ta svært lang tid spesielt for ålegras, og det er heller ikke gitt at de vil etablere seg igjen. Det er nettopp bunnfaunaen og ålegras som i dag gjør området attraktivt for fisk og annen marin fauna som finner mat og skjulesteder her. Bløtbunnsstrender er også viktige beiteområder for fugl.

For de grunneste områdene som i dag blir tørrlagt ved lavvann (0-0,5m dyp), vil en tildekking og påfylling av ren masse gjøre at området blir permanent tørrlagt. Da mister man mulighet for reetablering av bløtbunnsfauna og en vesentlig del av Vikkilens økosystem endres.

Alternativet til tildekking og/eller mudring av de grunne områdene er en naturlig forbedring av sedimentforurensningen ved bl.a. sedimentasjon. At det allerede foregår en naturlig forbedring i grunnområdene viser seg tydelig i dagens snegleovervåking og i de nye analysene av sedimentene der det har skjedd store forbedringer på bare 9-10 år. Naturlig sedimentering og restitusjonen, særlig i dypereliggende områder vil trolig ta vesentlig lengre tid enn ved tiltak.

Det er en risiko for spredning av TBT fra de grunne områdene til dypere områder dersom de grunne områdene utelates fra tiltak. Risikoen er knyttet til mulig resuspensjon av sedimentene, men vurderes som begrenset ettersom det er lite menneskelig aktivitet i grunnområdene bortsett fra noe småbåttrafikk. Det er ikke opparbeidet offentlige badeplasser og det er derfor ikke gjort beregninger av human risiko ved bading (Miljødirektoratets risikoveileder TA-2802/2011).

Vi vurderer gruntvannsamfunnene som viktige for hele indre del av Vikkilen, og dersom disse blir overdekket og ødelagt vil dette kunne ha større økologiske konsekvenser enn dagens TBT-konsentrasjoner gir. Strandsnegl har de siste årene vist en relativt rask restituering av kjønnsforstyrrelser til tross for fortsatt høye TBT-verdier i sedimentet og i snegle-vev.

5. Referanser

- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K., Eek, E. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT-rapp TA-2229. 12 s.
- Bakke, T., Håvardstun, J., Næs, K., Schaanning, M., Oug, E., Rygg B. 2008. Miljøtekniske undersøkelser ved Nymo as i Vikkilen. Supplerende undersøkelser, risiko og tiltaksvurdering. NIVA-rapport 5669. 80 s.
- Bakke, T., Håvardstun, J., Lillicrap, A., Macken, A., Allan, I., Næs, K. 2012. Revidert risikovurdering og tiltaksplan for sjøsedimentene i Vikkilen, delområde B og C. NIVA- rapport 6272, 32 s.
- Bakke, T., Næs, K. 2012. Risikovurdering og tiltaksplan for sjøsedimentene i Vikkilen. NIVA-rapport 6380-2012. 39 s.
- Bakke, T., Næs, K. 2014. Risikovurdering og revidert tiltaksplan for sjøsedimentene i Vikkilen. NIVA-rapport 6688-2014. 36 s.
- Berge, J.A. Amundsen, C.E., Eggen, T., Hylland, K., Bøe, E. 2006. Naturlig nedbrytning og biotilgjengelighet av tinnorganiske forbindelser i marine sedimenter. NIVA-rapport 4996, SFT rapp. TA-2091/2005, 72 s.
- Næs, K., Tveiten, L., Håvardstun, J. 2005. Sedimentundersøkelser i Vikkilen knyttet til fylkesvis tiltaksplan. NIVA-rapport 5040. 60 s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT Veiledning 97:03. SFT TA-1467/1997. 36 s.
- Tveiten, L., Schøyen, M., Bakke, T. 2012. Undersøkelser av imposex og intersex i marine snegler i Vikkilen ved Grimstad i perioden 2005-2012. NIVA-rapport 6447-2012. 30 s.
- Tveiten, L., Bakke, T. 2013. Undersøkelser av imposex og intersex i marine snegler i Vikkilen ved Grimstad i perioden 2005-2013. NIVA-rapport 6608-2013. 26 s.
- Tveiten, L., Kroglund, T. 2014. Undersøkelser av imposex og intersex i marine snegler i Vikkilen ved Grimstad i perioden 2005-2014. NIVA-rapport 6719-2014. 24 s.

Vedlegg A. Biotoper og bunntyper

Vedleggstabell A1. FELTJOURNAL 20.05.2014: Ålegrasenger og bunntype

O-14067 20.05.2014

W/P	Koordinate	Dyp, ekkolodd	Dyp, kamera	Film nr	Substrat	Terr eng	ÅLE-GRAS	Annet
11	N58,358883 E008,618961	1,6			mudder	flatt	s	Sargassum spredt
12	N58,358863 E008,618831		4,00		mudder	Flatt	0	
13	N58,358860 E008,618845		3,00		mudder	Flatt	s	flekkvis med ålegras
14	N58,358712 E008,618659		6,80		mudder	Flatt	0	
15	N58,359078 E008,618915		8,00		mudder	Flatt	0	
16	N58,359126 E008,619217		5,20		mudder	Flatt	s	
17	N58,359126 E008,619216		5,00		mudder/skjell	Flatt		
18	N58,358993 E008,619296		2,20		mudder/skjell	Flatt	s	indre grense. Mye pelikanfotsnegl (tomme skjell).
19	N58,358964 E008,619463		1,20		mudder/skjell	Flatt	0	spredt med blæretang. Mye strandsnegl, Arenicola, østers. Lærsekke dyr
20	N58,358972 E008,619469		2,30		mudder/skjell	Flatt	2	indre grense.
21	N58,359071 E008,619515		4,00		Mudder	Flatt	s-v	Lange planter
22	N58,359072 E008,619517		5,20			Flatt		
23	N58,359070 E008,619515		5,50		Mudder	Flatt	0	Enkelte algetuster, men for det meste ren mudder
24	N58,358987 E008,620492		1,70		Mudder	Flatt	s-e	Enkelte blåskjell. Flis/tømmerrester
25	N58,358909 E008,620468		1,10	1	mudder/skjell	Flatt	s	Lave ålegrasplanter. Sagtang, strandsnegl, blæretang, østers, blåskjell. Døde sandskjell
26	N58,358946 E008,620502		2,40	2	Mudder	Flatt	0	
27	N58,358956 E008,620500		2,8-3,4	3	Mudder	Flatt		
28	N58,359886 E008,621228		9,60		Mudder	Flatt	0	
29	N58,360002 E008,621637		7		Mudder	Flatt	0	
30	N58,359982 E008,621917		3,8		Mudder	Flatt	s	Martaum
31	N58,360546 E008,621760		3		Mudder	Flatt	s	Spredt med Sargassum, ellers ren mudder
32	N58,360723 E008,621534		3,5		Mudder	Flatt	e	
33	N58,361066 E008,621201		5		Mudder	Flatt	e	
34	N58,361177 E008,621204		3,5	4	Mudder	Flatt	s	
35	N58,361366 E008,621034		4		Mudder	Flatt	s	
36	N58,361443 E008,620828		5,8		Mudder	Flatt	s	Ytre grense ålegras

37	N58,361839	E008,620880	0,5	5	sand/mudder	Flatt	0	Hjerteskjell, arenicola
38	N58,361875	E008,620774	1,1		sand/mudder flat	s	Mellom dette og neste punktet er det en smal stripe med ålegras	
39	N58,361801	E008,620662	5,7			0		
40	N58,362048	E008,620097	3	6		v	Filmet skråning med ålegras	
41	N58,362239	E008,618339	5			0	Ålegras mellom 3-5 m	
42	N58,362187	E008,618317	6			0	Ålegras mellom 3-5 m	
43	N58,362285	E008,617852	2	7	Mudder	Flatt	Ren, flat mudderbunn	
44	N58,362240	E008,617776	2,3	8		Flatt	Tang	
45	N58,362185	E008,617738	3,5	8		v-d	Tett med ålegras	
			4	8		v-d	Høye ålegras	
46	N58,362187	E008,617738	4,5			s		
47	N58,362184	E008,617737	6,5			s	Høye ålegras	
48	N58,362264	E008,617598	3			s-e	Grense ytre	
49	N58,362330	E008,617453	1,5			v-d		
50	N58,362255	E008,616784	5,7			s	Flekker med sagtang	
51	N58,362534	E008,615795	7		Mudder	0		
52	N58,362574	E008,615828	4			s		
53	N58,362627	E008,615438	3			s	Hjerteskjell	
54	N58,362559	E008,614873	4,5			s	Mindre ålegras enn forrige bukt/mudderflate	
55	N58,363032	E008,613041	5			e	Mindre ålegras enn forrige bukt/mudderflate	
56	N58,363156	E008,612914	2			e	Mindre ålegras enn forrige bukt/mudderflate	
57	N58,363150	E008,612416	1,5			s-v	Ved båthavna. Ålegras langs bunnen	
58	N58,363014	E008,612497	1,5		løs mudder	s	På stein ved land i båthavn: FUCVE m/mange blærer, FUCSE(e), CHOOR	
59	N58,362774	E008,612793	1,6		løs mudder	s	FUCVE, LITLI	
60	N58,362659	E008,612919	1,7			0	Ikke ålegras i indre, vestre del av båthavna	
			3			v	Ålegras i ytre el av havna	
			4			v		
61	N58,362598	E008,612904	6			0		
62	N58,362591	E008,612799	5,2			s-v	Ålegras starter på 5,2 meter og vokser opp til ca. 1 m dyp.	
63	N58,362604	E008,612731	1			s-v		

Innerst ved sand/ mudderbuktene: strandvegetasjon, høye gras. Hard fin sand. Mye Arenicola. Litt brunt topplag
Steinfylling ved molo: FUCVE, ECTOZ (d). Litt tang og trådformete alger. FUCSE s. Under 2 meters dyp: ingen vegetasjon

Vedleggstabell B2. Miljødirektoratets Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske stoffer i sedimenter (Bakke mfl. 2007).

			I	II	III	IV	V
			Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Metaller	Arsen	mg/kg	20	52	76	580	>580
	Bly	mg/kg	30	83	100	720	>720
	Kadmium	mg/kg	0,25	2,6	15	140	>140
	Kobber	mg/kg	35	51	55	220	>220
	Krom	mg/kg	70	560	5900	59000	>59000
	Kvikksølv	mg/kg	0,15	0,63	0,86	1,6	>1,6
	Nikkel	mg/kg	30	46	120	840	>840
	Sink	mg/kg	150	360	590	4500	>4500
PAH	Naftalen	µg/kg	2	290	1000	2000	>2000
	Acenaftylen	µg/kg	1,6	33	85	850	>850
	Acenaften	µg/kg	4,8	160	360	3600	>3600
	Fluoren	µg/kg	6,8	260	510	5100	>5100
	Fenantren	µg/kg	6,8	500	1200	2300	>2300
	Antracen	µg/kg	1,2	31	100	1000	>1000
	Fluorantthen	µg/kg	8	170	1300	2600	>2600
	Pyren	µg/kg	5,2	280	2800	5600	>5600
	Benzo[a]antracen	µg/kg	3,6	60	90	900	>900
	Chrysen	µg/kg	4,4	280	280	560	>560
	Benzo[b]fluoranten	µg/kg	46	240	490	4900	>4900
	Benzo[k]fluoranten	µg/kg		210	480	4800	>4800
	Benzo(a)pyren	µg/kg	6	420	830	4200	>4200
	Indeno[123cd]pyren	µg/kg	20	47	70	700	>700
	Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	12	590	1200	12000	>12000
	Benzo[ghi]perylen	µg/kg	18	21	31	310	>310
PAH16 (1)	µg/kg	300	2000	6000	20000	> 20000	
Andre organiske	PCB7 (2)	µg/kg	5	17	190	1900	>1900
	PCDD/F (TEQ) (3)	µg/kg	0,01	0,03	0,1	0,5	>0,50
	ΣDDT (4)	µg/kg	0,5	20	490	4900	>4900
	Lindan	µg/kg		1,1	2,2	11	>11
	Heksaklorbenzen (HCB)	µg/kg	0,5	17	61	610	>610
	Pentaklorbenzen	µg/kg		400	800	4000	>4000
	Triklorbenzen	µg/kg		56	700	1400	>1400
	Hexaklorbutadien	µg/kg		49	66	660	>660
	SCCP (6)	µg/kg		1000	2800	5600	>5600
	MCCP (7)	µg/kg		4600	27000	54000	>54000
	Pentaklorfenol	µg/kg		12	34	68	>68
	Oktylfenol	µg/kg		3,3	7,3	36	>36
	Nonylfenol	µg/kg		18	110	220	>220
	Bisfenol A	µg/kg		11	79	790	>790
	TBBPA (8)	µg/kg		63	1100	11000	>11000
	PBDE (9)	µg/kg		62	7800	16000	>16000
	HBCDD (10)	µg/kg	0,3	86	310	610	>610
PFOS (11)	µg/kg	0,17	220	630	3100	>3100	
Diuron	µg/kg		0,71	6,4	13	>13	
Irgarol	µg/kg		0,08	0,5	2,5	>2,5	
TBT	TBT (12) Effektbasert	µg/kg	1,0	0,002	0,016	0,032	>0,032
	TBT (12) Forvaltningsbasert	µg/kg	1,0	5	20	100	>100

1) PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner

2) PCB: Polyklorete bifenyler

3) PCDD/F: Polyklorete dibenzodioksiner/furaner

4) DDT : Diklordifenyiltrikloretan. ΣDDT betenger sum av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD

5) HCB : Heksaklorbenzen

6) SCCP : Kortkjededede (C10-13) polyklorete paraffiner

7) MCCP : Middeltkjededede(C14-17) polyklorete paraffiner

8) TBBPA : Tetrabrombisfenol A

9) PBDE : Pentabromdifenyleter

10) HBCDD : Heksabromsyklododekan

11) PFOS : Perfluorert oktylsulfonat

12) TBT : Tributyltinn

I Miljødirektoratets klassifiseringssystem brukes to klassegrenser for TBT. Effektbasert er den klassegrensen som gir påvirkning på snegl. Klassifiseringsgrenser for TBT i sediment har vist seg å bli ekstremt lave og lite egnet som grunnlag for forvaltning. Disse brukes som et ønsket mål, men inntil videre opprettholdes de tidligere klassifiseringsgrensene.

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