



KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET

Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilder (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven – 2009

TA  
2638  
2010



Utført av Norsk institutt for vannforskning

**NIVA**



**KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET**

# **Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilder (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven – 2009**



Utførende institusjoner:  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

Prosjektansvarlig: NIVA  
NIVA-prosjektnummer.: 26250  
NIVA-rapport: 5920-2010

## **Forord**

NIVA har fra 2006 årlig gjennomført overvåking av bløtbunn med sedimentprofilfotografering (SPI) i indre delen av Oslofjorden innenfor overvåkingsprogrammet 'Supplerende tiltaksovervåking i indre Oslofjord' administrert av Statens forurensningstilsyn (SFT) som fra 18. januar 2010 har endret navn til Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Overvåkingen i 2009 er gjennomført med bakgrunn i kontrakt nr. 5009036 mellom NIVA og SFT.

NIVAs kontaktperson hos Klif har vært Marit Ruge Bjerke/Ingrid Aarre.

Ved NIVA har forsker Hans C. Nilsson gjennomført feltarbeidet og ledet prosjektet frem til han høsten 2009 sluttet på NIVA hvorpå forsker John Arthur Berge overtok prosjektlederansvaret. Alt klassifiseringsarbeid og utarbeidelse av figurer til rapporten er gjort av Hans C. Nilsson, mens teksten i hovedsak er utarbeidet av John Arthur Berge.

Oslo, juni 2010

*John Arthur Berge*

## Innhold

<b>Sammendrag.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Feltarbeid og metoder .....</b>	<b>6</b>
2.1 Prøvetaking .....	6
2.2 Sedimentprofilfotofering (SPI) .....	7
<b>3. Resultater og diskusjon.....</b>	<b>9</b>
3.1 Områder ikke direkte påvirket av anleggsarbeidet .....	9
3.2 Områder direkte påvirket av anleggsarbeidet .....	15
3.2.1 Mudring- og tildekkingsområde.....	15
3.2.2 Deponeringsområdet ved Malmøykalven og nærområdet .....	17
<b>4. Litteratur.....</b>	<b>26</b>
<b>5. Vedlegg A Stasjoner og rådata.....</b>	<b>27</b>
<b>6. Vedlegg B. SPI bilder 2009 –Stasjoner Oslo Havn.....</b>	<b>30</b>



## Sammendrag

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste ca 20 cm av sedimentet. Resultatene fra sedimentfotograferingen behandles og en indeks for miljøtilstand basert på fysiske og kjemiske sedimentkarakteristika og bunndyrs aktivitet beregnes. SPI-bildene kan dermed brukes til å karakterisere sedimentet med hensyn på biologisk aktivitet.

Overvåkingen med SPI-kamera i Oslo havn skal dokumentere eventuell spredning og økt avsetning av sedimentpartikler til nærliggende områder i forbindelse med pågående mudringsarbeid i Oslo havn og deponering i dypvannsdeponiet ved Malmøykalven. Videre skal den dokumentere forandringer i fauna og sedimentstruktur i løpet av tiltaksperioden og etter at tiltakene er avsluttet.

I undersøkelsesområdet varierte bunnforholdene i 2009 fra *meget god* til *meget dårlig* kvalitet i henhold til det brukte klassifiseringssystemet for SPI-teknikken (se **Figur 2**). Tidligere undersøkelser har vist en tydelig dybdegradient med dårligere forhold for bunnfaunaen med økende vanddybde og med en tydelig grense mot dårligere forhold ved ca. 50 m dyp i Bekkelagsbassenget og 20-25 m dyp i Havnebassenget. Dette generelle bildet ble bekreftet av undersøkelsen i 2009. De dårlige forholdene i de dypere områdene er trolig i hovedsak styrt av dårlige oksygenforhold.

Forholdene i de dypere delene av de studerte områdene, som ikke var direkte påvirket av anleggsarbeidet (mudring, tildekking eller deponering), var i 2009 i hovedsak like de som ble observert i 2008 og 2007, men noe dårligere enn i 2006. I visse områder fremkom, som forventet, tydelige spor av fysisk forstyrrelse på bunnen etter mudring (for eksempel Rådhuskaia), tildekking (for eksempel Bjørvika) og deponering (ved Malmøykalven).

Den største observerte forskjellen mellom 2008 og 2009 er tildekkingen av deponiområdet som har gitt betydelig fastere sedimenter og et tilsynelatende jevnt dekke av ren sand over det meste av deponiområdet. Tildekkingsarbeidet var ikke ferdig i mai 2009 på det tidspunkt SPI-bildene ble tatt og i deler av deponiområdet (SPI66 og SPI129, SPI65) var overflatesedimentene fremdeles blandet med underliggende sediment, men også på disse stasjoner var sedimentet blitt fastere fra 2008 til 2009.

Utenfor tersklene til Bekkelagsbassenget var forholdene relativt gode i 2009, 2007 og 2006, men dårligere i 2008 (SPI134). De dårligere forholdene i 2008 kan skyldes naturlige fluktuasjoner som en konsekvens av variasjoner i oksygenforholdene.

SPI-undersøkelsen gjennomført i 2009 indikerer ikke økt sedimentasjon i de grunnere områdene rundt deponiet. Det er imidlertid indikasjoner på øket sedimentering i et dypområde nær deponiet. Denne økede sedimenteringen fant sted mellom mai 2007 og mai 2008 og kan skyldes deponeringsarbeidene.

Undersøkelsene i mudrings-, tildekkings- og deponeringsområdene bør følges opp i 2010 for å kunne dokumentere eventuelle videre endringer i fauna og sedimentstruktur.

## 1. Innledning

Helhetlig tiltaksplan for forurensede sedimenter i Oslo havnedistrikt ble vedtatt høsten 2005. Følgende visjon og forvaltningsmål for oppryddingen ble nedfelt i tiltaksplanen:

- ”Vi skal sørge for at miljøkvaliteten i indre Oslofjord og bruken av fjorden ikke påvirkes negativt av bunnsedimenter som er blitt forurenset. Neste generasjon skal oppleve en renere sjøbunn og et marint økosystem som er styrt av naturgitte rammebetingelser”
- ”Forurensede sedimenter skal ikke være til hinder for havnedrift, yrkesfiske, friluftsliv (fritidsbåter, fritidsfiske, bading og rekreasjon) og byutvikling. Bruken av indre Oslofjord skal ikke føre til langsiktige, negative effekter på økosystemet”

*Målsetting med overvåking av effekter av tiltaket i Oslo havn.*

Hovedmålet med overvåkingen i Oslo havn er:

- å dokumentere de økologiske effektene av mudringen i Oslo havn og dypvannsdeponeringen og tildekkingen ved Malmøykalven.

Overvåkingen har følgende delmål:

- å dokumentere eventuelle negative effekter i løpet av anleggsperioden (2 år),
- å dokumentere den forventede, langsiktige forbedringen i hele indre Oslofjord (10 års perspektiv) som følge av disse tiltakene.

Overvåkingen med sedimentprofilfotografering (SPI) skal dokumentere eventuell spredning og avsetning av muddermasser i Oslo havneområde i forbindelse med mudring, deponering og tildekking, og forandringer i fauna og sedimentstruktur etter at tiltakene er avsluttet. I løpet av 2005 ble indre Oslofjord kartlagt med hjelp av SPI-kamera i et internt forskningsprosjekt på NIVA (ikke rapportert). Denne kartleggingen viste store forskjeller mellom de ulike områdene og ga en indikasjon på tilstanden i sedimentene før tiltakene ble iverksatt.

Hensikten med de tiltakene som er gjennomført i Oslo havn, er å redusere konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene og redusere spredning av miljøgifter i indre Oslofjord. Gjennom å kartlegge bløtbunnfaunasamfunn i området med SPI-kamera og dokumentere det øverste bunnsjiktets redoksforhold (oksygenforhold), kan forandringer av bløtbunnmiljøet kartlegges. På denne måten kan spredning og tilslamming med masser fra mudringen samt eventuell spredning og tilslamming fra deponeringen observeres visuelt. En avsetning av ”nytt” sediment i tildekkingsområdene og i områder utenfor mudringslokalitetene og deponeringsområdet kan måles med stor nøyaktighet (mm til cm) med sedimentprofilfotografering (SPI).

## 2. Feltarbeid og metoder

### 2.1 Prøvetaking

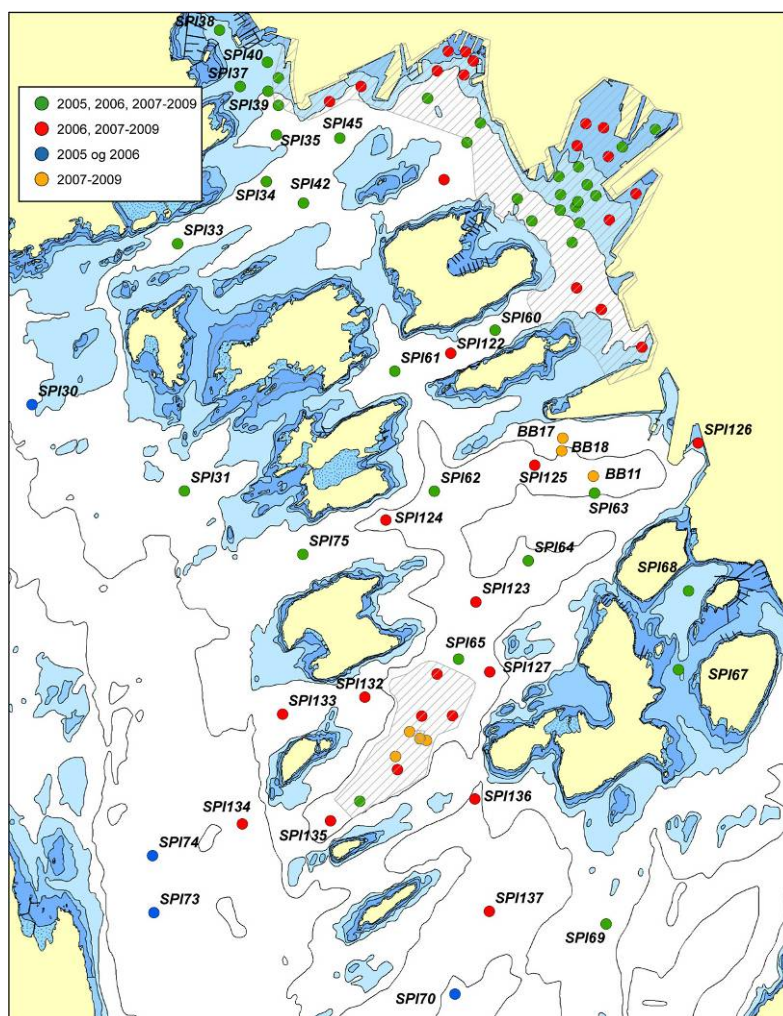
Feltarbeidet ble gjennomført 8. og 12. mai 2009 fra FF 'Trygve Braarud' tilhørende Universitetet i Oslo. Tidligere feltarbeid ble gjennomført

- 29. - 31. august 2005 (Nilsson 2007a)
- 6. - 7. juni 2006 (Nilsson 2007a)
- 21. - 22. mai 2007 (Nilsson 2007c)
- 19. -20. mai 2008 (Nilsson 2008).

Stasjonsplasseringen med antydning av områder hvor det er gjennomført anleggsarbeider er vist i **Figur 1** (se også **Figur 9** for detaljkart over havneområdet og **Figur 11** for detaljkart over deponiområdet).

Enkelte endringer i stasjonsvalget er gjort i løpet av overvåkingsperioden. Disse forandringene er blitt gjort for bedre å dekke områder der spesielle tiltak og sedimentundersøkelser er utført i perioden mellom prøvetakingene

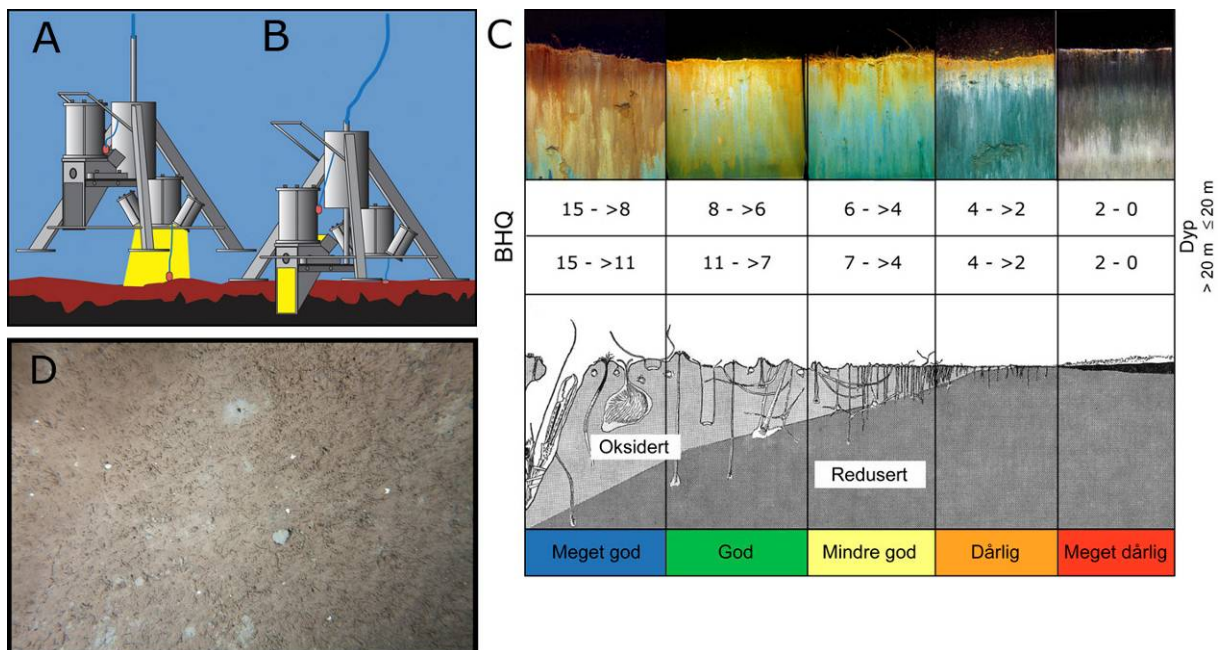
I presentasjonen av forholdene i 2009 tas også med noen resultater fra undersøkelser gjennomført i forbindelse med andre prosjekter i fjorden.



**Figur 1.** Stasjonsplassering. Fargekoden viser når stasjonene er fotografert. Områder for mudring, tildekking og deponering er markert med raster.

## 2.2 Sedimentprofilfotofering (SPI)

Sedimentprofilfotofering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnsfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Bildet som blir 17,3 cm bredt og 26 cm høyt, tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben (**Figur 2**). Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil som til sammen utgjør et prisme. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet. På riggen er det montert et overflatekamera som tar et bilde ( $\approx 1/4\text{m}^2$ ) av sedimentoverflaten rett før riggen når sedimentoverflaten.



**Figur 2.** Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Rigg over bunnen. Gult antyder at bilde av overflaten tas. (B) Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet og SPI bildet eksponeres. (C) Figuren viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en grunnlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Sedimentprofilbildet er vist i toppen av figuren, der brunt farget sediment indikerer oksidert, bioturbert sediment mens sortfarget sediment indikerer reduserte forhold. Grenseverdier for BHQ-miljøkvalitetsindeks for vanddyb  $\leq 20$  meter og  $> 20$  m i henhold til EUs vanddirektiv for marine sedimenter (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006 er vist). (D) Eksempel av et overflatebilde med strukturer og børstemarkrør synlig.

Fra bildene kan en beregne en miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegrop og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte hulrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala fra 0 til 15. Denne indeksen kan siden sammenlignes med Pearson og Rosenbergs klassiske modell for faunaens suksesjon. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i henhold til retningslinjer i EUs vannrammedirektiv (Rosenberg m. fl. 2004). Fra overflatebildene kan en studere og kvantifisere dyr på sedimentoverflaten og spor av deres aktivitet.

SPI-undersøkelser kan spore spredning av partikler til et område dersom dette gir opphav til en øket sedimentering, og dersom denne sedimenteringen er relativt betydelig og skiller seg i farge, tekstur eller på annen måte fra det som sedimenteres naturlig (eksempelvis ved et unormalt topplag eller tydelig økning i sedimentfylde). I utgangspunktet er derfor SPI-undersøkelser ikke spesielt godt egnet til å spore små endringer i partikkeltilførselen, men er et godt redskap for å se på større endringer over tid.

### 3. Resultater og diskusjon

Resultater fra analyse av sedimentprofilbilder er vist i **Figur 3** til **Figur 9**, **Figur 11** og Vedlegg A . I Vedlegg B vises SPI bildene fra undersøkelsen gjennomført i 2009. Tilstanden i henhold til BHQ-indeks for årene 2005-2008 (tidligere undersøkelser) er vist i **Figur 3**. Tilstanden i 2009 (denne undersøkelsen) er vist i **Figur 4**, **Figur 9**, **Figur 11**. For enkelte stasjoner vises også SPI-bilder for flere år fra samme stasjon (**Figur 5**, **Figur 6**, **Figur 7**, **Figur 8**, **Figur 10**, **Figur 12**, **Figur 13**, **Figur 14**).

#### 3.1 Områder ikke direkte påvirket av anleggsarbeidet

Generelt var faunaforholdene i 2009 *dårlige* eller *meget dårlige* i de dypere delene (>20m) av Havnebassenget mot nordvest (SPI 34-36, 42-46, 112). I dypområdene lenger mot sydvest (SPI 49, 119, 120, 60, 122) blir forholdene noe bedre (**Figur 9**). I dypområdene i Bekkelagsbassenget (eksempelvis SPI 62 på 64 m, se **Figur 1** for stasjonslokalisering) har forholdene vært relativt dårlige gjennom hele perioden 2005-2009 (**Figur 3** og **Figur 4**).

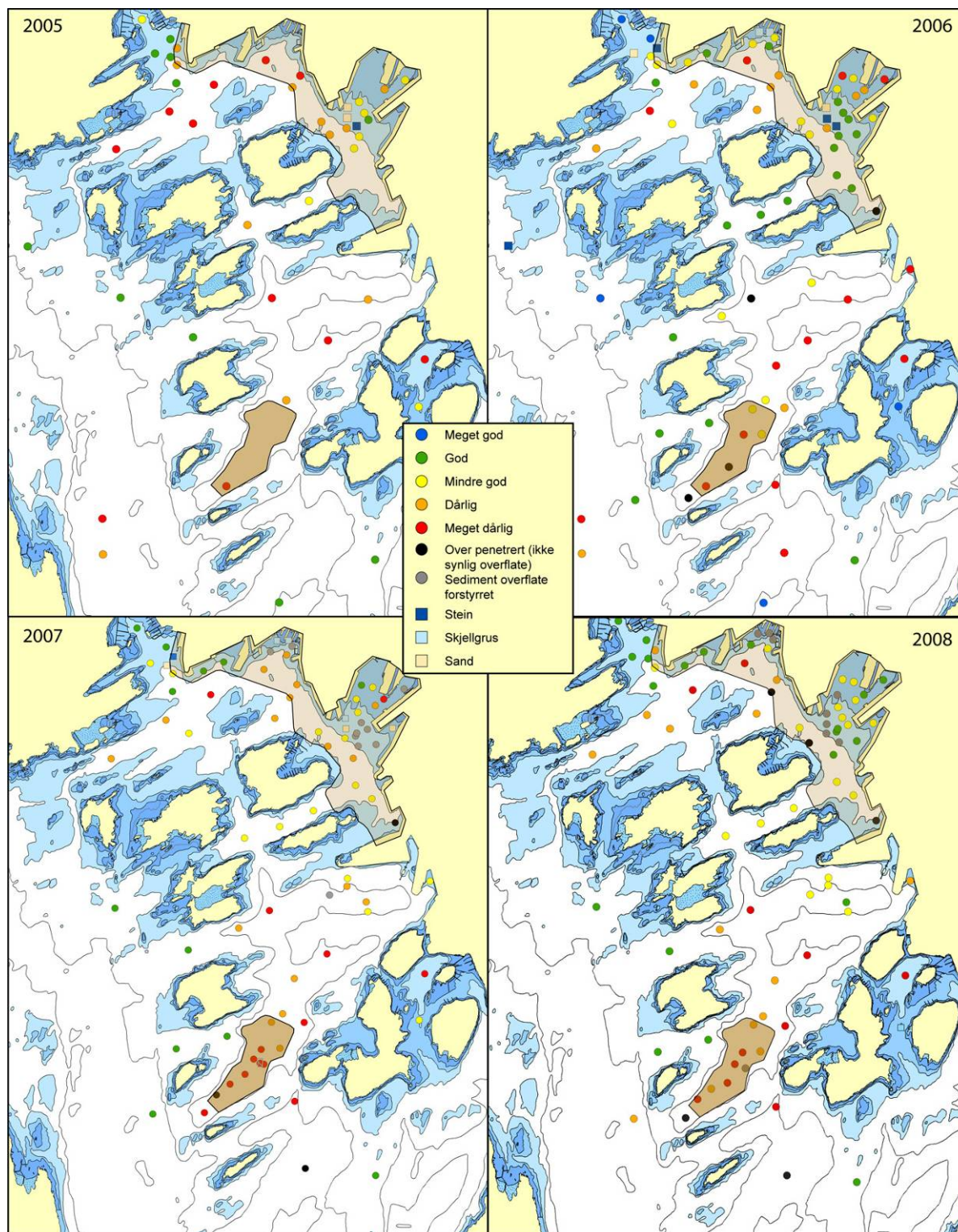
Andre undersøkelser, gjennomført i 2006 og 2007 i Bekkelagsbassenget i forbindelse med deponering av rene leirmasser, (Berge et al 2007, 2008) viser at bunnforholdene kan være relativt varierte, men med en tendens til at dypområdene har de dårligste forholdene. Det var i hovedsak lite endring i bunnforholdene fra 2008 til 2009 i områder som ikke var direkte påvirket av anleggsarbeidet (**Figur 1**). Dette ses eksempelvis i dypområdene utenfor Frognerkilen og Filipstad (SPI 34, 42, 43, 112), hvor det var *dårlige* eller *meget dårlige* forhold både i 2008 (**Figur 3**) og 2009 (**Figur 4** og **Figur 9**). På en stasjon (SPI 35, **Figur 5**) var imidlertid forholdene betydelig dårligere i 2009 (**Figur 9**) sammenlignet med perioden 2005-2008, (**Figur 3**). Vi har ikke noen klar formening om hva årsaken til dette kan være utover at det må skyldes en betydelig og unormal sedimentering eller annen forstyrrelse av sedimentet i perioden mellom de to toktene i hhv mai 2008 og mai 2009.

I dypområdet mellom Bleikøya og Hovedøya (SPI 122, 60, 119) var forholdene like (*mindre gode*) i 2007, 2008 og 2009 (**Figur 3**, **Figur 9**). **Figur 6** viser bilder av bunnen på stasjon SPI 60. Bildene tyder ikke på at det har vært noen unormal sedimentasjon i perioden. I dypområdene i Bunnefjorden (dvs. dyp > 60-65m) har forholdene hele tiden i hovedsak vært relativt dårlige og skyldes i hovedsak at Bunnefjorden gjennom hele 2008 og 2009 har hatt relativt lave oksygenkonsentrasjoner i dyp større enn 60-65m. Stasjoner som ligger dypere enn 60-65 forventes derfor å ha stabilt *dårlige* eller *meget dårlige* forhold for bunnfauna, mens stasjoner i dyp som grenser ned mot denne dybden kan ha mer varierende miljøkvalitet (se stasjon SPI 134 i **Figur 4** og **Figur 3**) avhengig av de lokale oksygenforhold ved bunnen. Også for dypområdene i Oslo Havn kan de generelt dårlige forholdene, siden før arbeidene startet i 2005, trolig i noen grad tilskrives undervannstopografiske forhold som gir dårlig vannutskiftning med områder utenfor. For øvrig vil den generelle belastningen fra havnedrift, elvetilførsler og diverse byrelaterte forurensingskilder være større her enn i områdene lenger ut.

I områder som ligger grunnere (eksempelvis i ca 36-37 m dyp stasjon SPI 132 og 133), på terskelen mellom deponiområdet ved Malmøykalven og Bunnefjorden, har forholdene vært relativt stabile i hele observasjonsperioden (**Figur 11**, **Figur 3** og **Figur 7**).

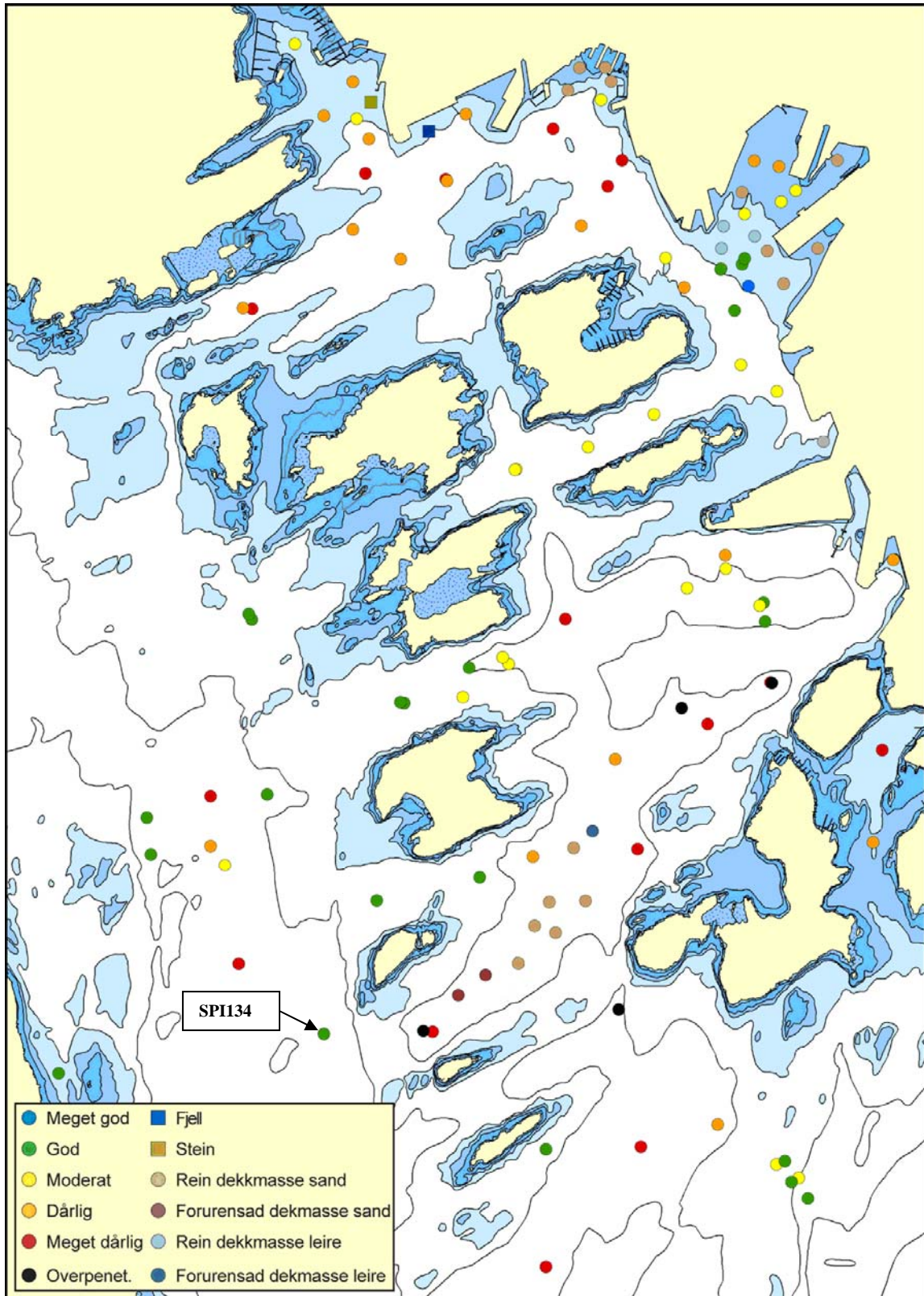
Vi konkluderer også med at det i hovedsak var lite endring i bunnforholdene fra 2008 til 2009 i områder som ikke var direkte påvirket av anleggsarbeidet.





**Figur 3.** Tilstandsklasser av bløtbunnfauna i henhold til BHQ-indeksen i 2005, 2006, 2007 og 2008 (etter Rosenberg m. fl. 2004). Klassifisering av bunnsbratet på stasjoner som inneholder stein, skjellgrus eller sand, er også gitt. Overpenetrert innebærer at kameraprismet har sunket for dypt ned i det bløte sedimentet slik at sedimentoverflaten ikke kan observeres og analyseres. Med forstyrret sedimentoverflate menes at det nylig er blitt deponert masser eller mudret på stasjonen, noe som gjør ytterligere analyse lite meningsfylt. Mudrings-, tildekkings- og deponeringsområdet er markert, se også Figur 1.

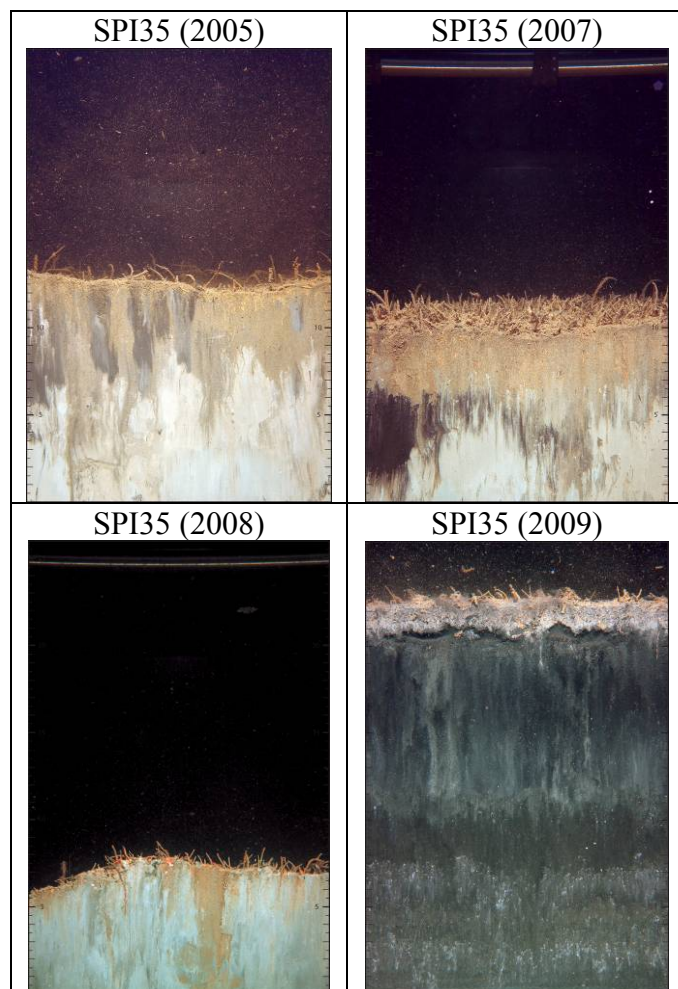




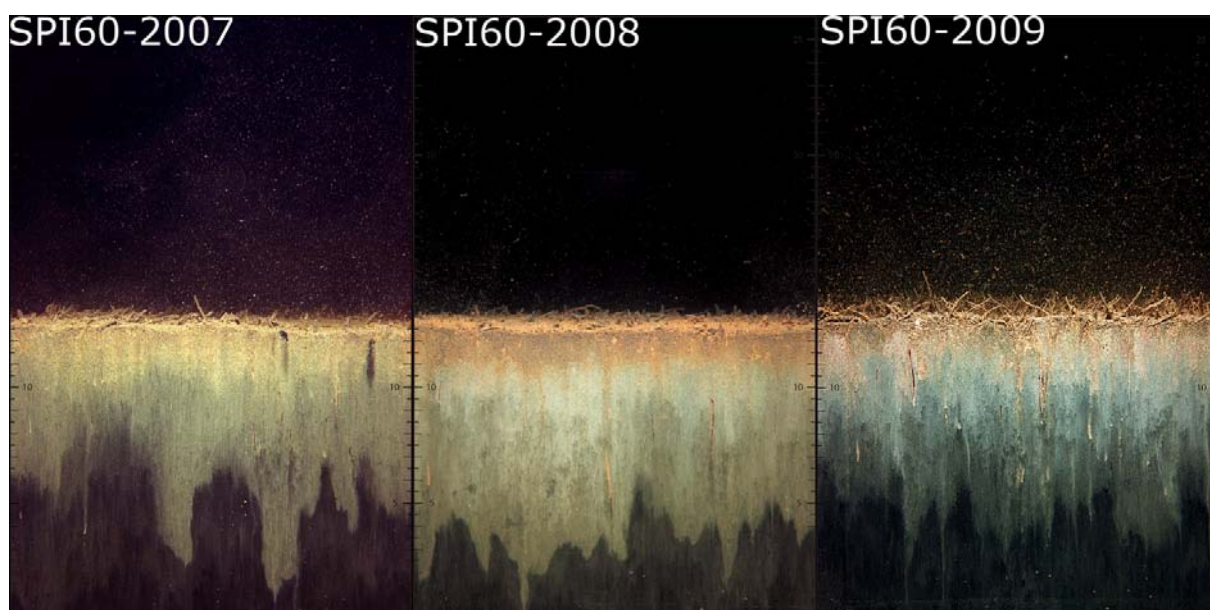
**Figur 4.** Tilstandsklasser av bløtbunnfauna i henhold til BHQ-indeksen i 2009 (Figur 2, Rosenberg m. fl. 2004). Klassifisering av bunnsbratet på stasjoner som inneholder stein, skjellgrus eller sand, er også gitt. Overpenetrert innebærer at kameraprismet har sunket for dypt ned i det bløte sedimentet slik at sedimentoverflaten ikke kan observeres og analyseres. Med forstyrret sedimentoverflate menes om det nylig er blitt deponert masser eller mudret på stasjonen, noe som gjør ytterligere analyse umulig.



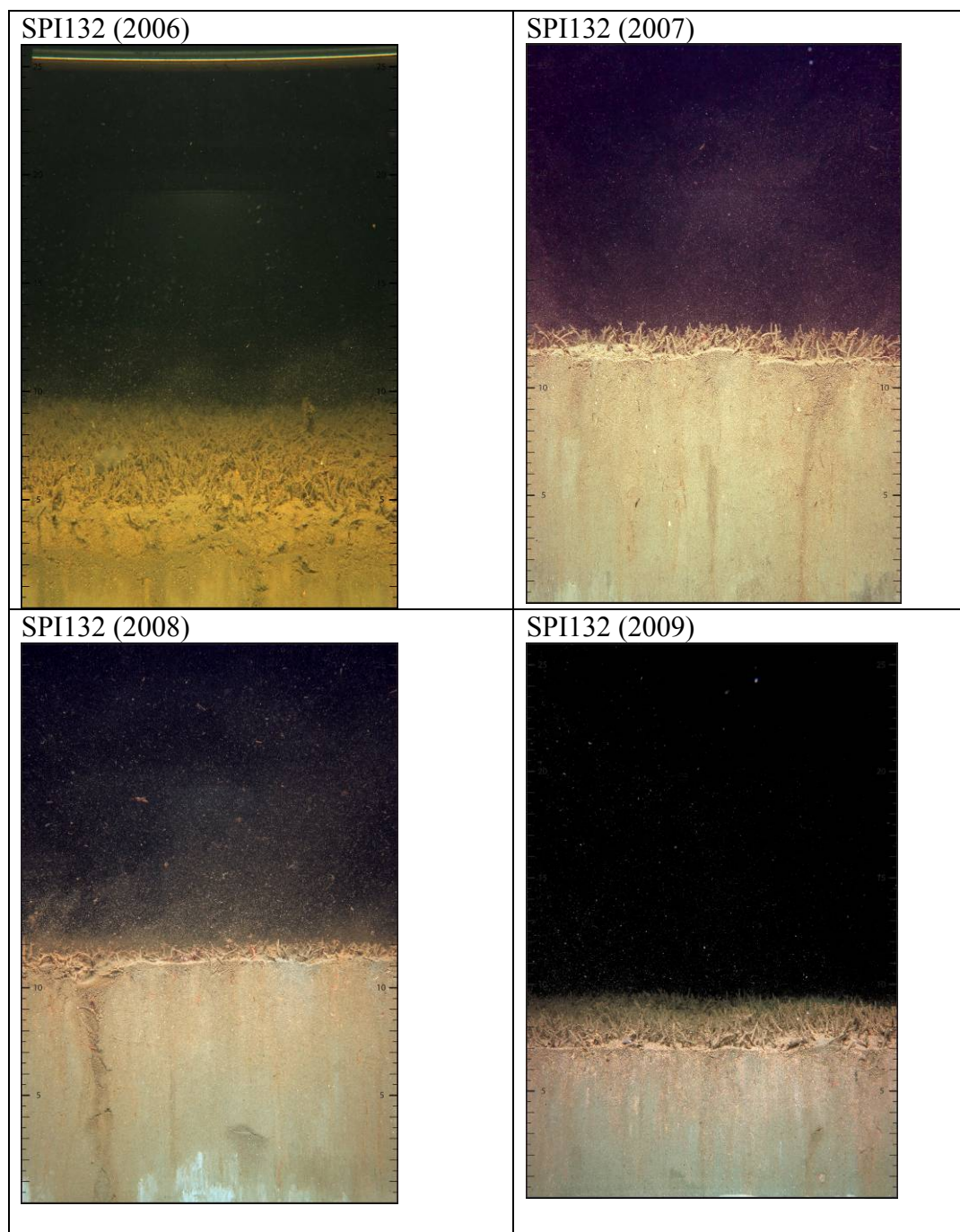
Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)



**Figur 5.** SPI bilder fra stasjonen SPI35 (ca 21 m dyp) utenfor Frognerkilen.

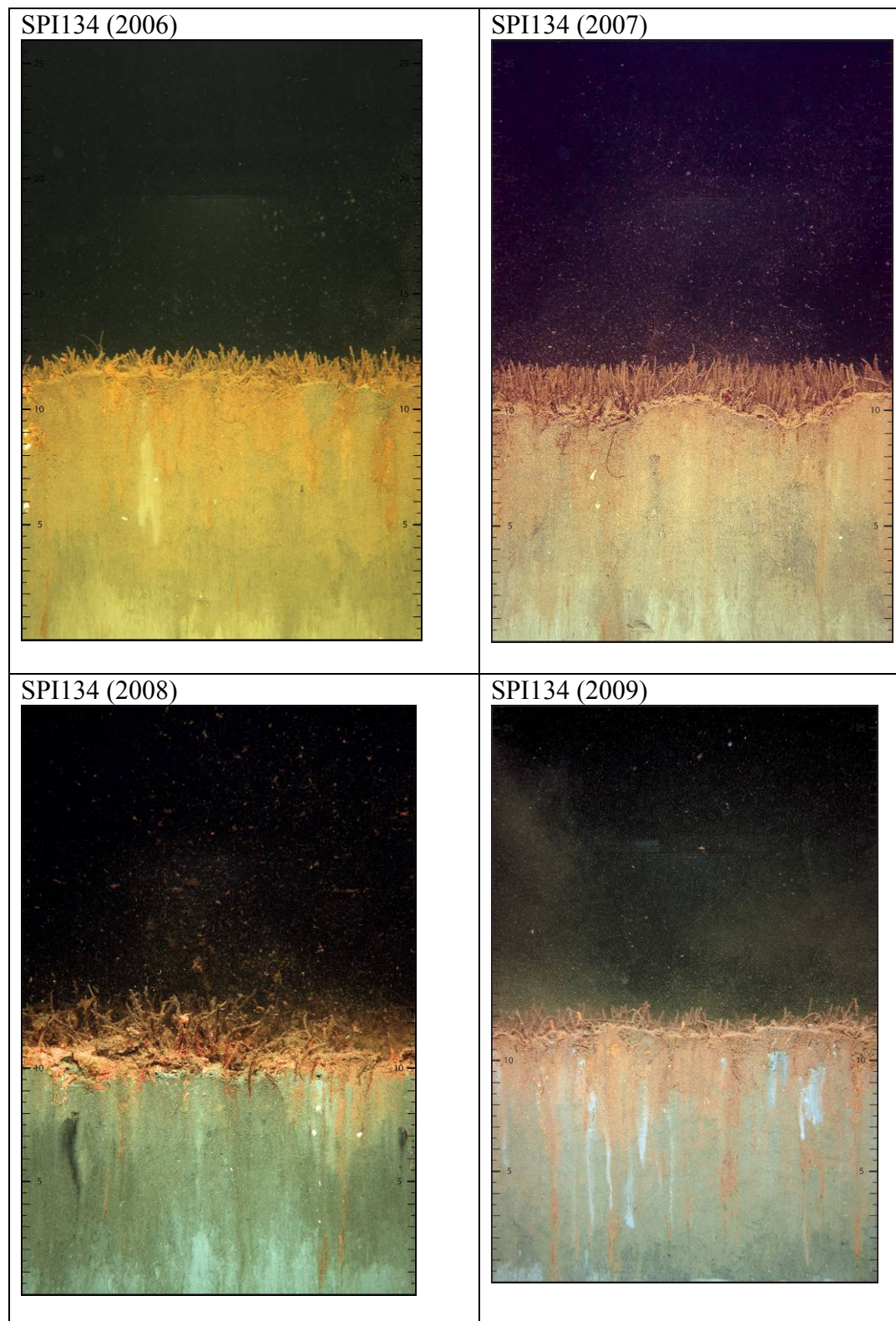


**Figur 6.** Sedimentprofilbilde fra indre Oslo havn. Bildene fra stasjon SPI60 fra 2007 og 2008 viser en naturlig variasjon i indre havnebassengen mellom årene. Stasjonen er klassifisert til tilstandklasse III (mindre god).



**Figur 7.** SPI bilder fra stasjonen SPI 132 (ca 37 m dyp) på terskelen mellom deponiområdet og Bunnefjorden.





**Figur 8.** SPI bilder fra stasjonen SPI 134 (ca 62 m dyp) utenfor terskelen mellom deponiområdet og Bunnefjorden (se **Figur 3**).

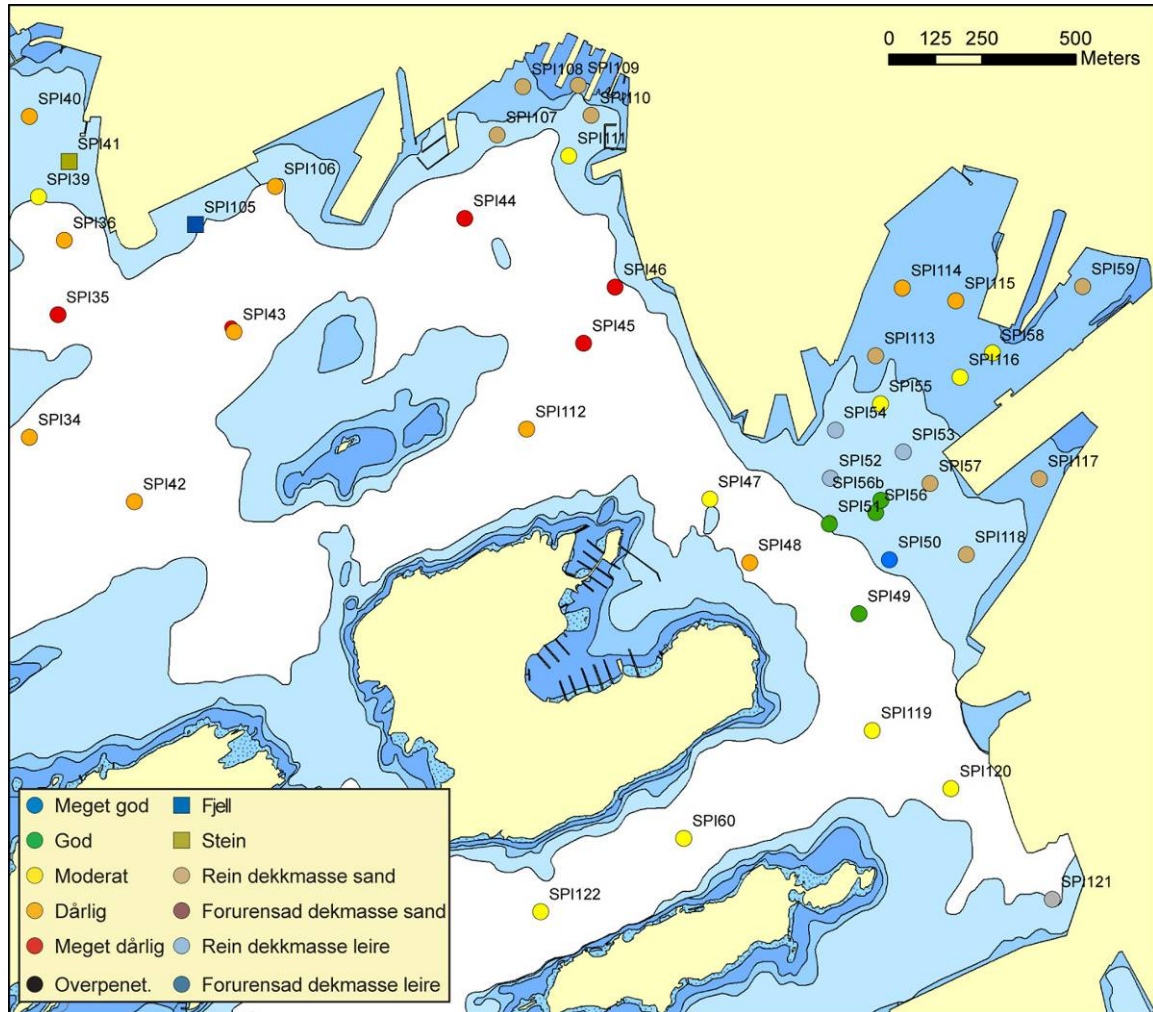
## 3.2 Områder direkte påvirket av anleggsarbeidet

### 3.2.1 Mudring- og tildekkingsområde

På mange av stasjonene i områder med anleggsarbeider på bunnen, fremkom tydelige spor av fysisk forstyrrelse på bunnen etter mudring, tildekking og deponering, og BHQ-indeksen ble ikke beregnet (se **Figur 4** og Vedlegg A ). Slik forstyrrelse er som forventet i disse områdene som en konsekvens av anleggsvirksomheten.

**Figur 9** viser resultatet av analysen av SPI-bildene fra 2009 fra stasjoner i Havnebassenget inkludert mudrings- og planlagte tildekkings-områder. I områdene utenfor Rådhuskaia og i ytre Bjørvika, er variasjonen mellom år tydelig på stasjoner som nylig er blitt tildekket (SPI 50, 51, 52, 54, 108, 109, 110, 113). I bildet fra stasjon SPI107 (utenfor Aker brygge) innsamlet i 2009, kan vi se at området har blitt tildekket med sand mellom 2008 og 2009 (**Figur 10**).

Tilsvarende endringer, som en konsekvens av tildekkingen, ses på stasjonene SPI 117 og 118 ved munningen av Loelva, hvor en i 2009 hadde et tydelig sandlag i toppen av sedimentet (se vedlegg B).



**Figur 9.** Tilstandsklasser av bløtbunnfauna i 2009 i henhold til BHQ-indeksen (Figur 2, Rosenberg m. fl. 2004). Klassifisering av bunnsbratet på stasjoner som inneholder stein, skjellgrus eller sand, er også gitt. Overpenetrert innebærer at kameraprismet har sunket for dypt ned i det bløte sedimentet slik at sedimentoverflaten ikke kan observeres og analyseres. Med forstyrret sedimentoverflate menes om det nylig er blitt deponert masser eller mudret på stasjonen, noe som gjør ytterligere analyse umulig. Mudrings- og ,tildekkingsområdet er markert i Figur 1.





**Figur 10.** Sedimentprofilbilde fra indre Oslo havn. Bildene fra stasjon SPI107 utenfor Aker brygge fra 2007 til 2009. SPI-bildene viser en forandring mellom årene etter at bunnfauna har bioturbert sedimentene som ble tildekket med leire fra senketunnelen. Dekkmassene syns som svære klumper på og under sedimentoverflaten i bildet fra 2007, mens en i 2009 ser at sedimentet er overdekket med sand.

### 3.2.2 Deponeringsområdet ved Malmøykalven og nærområdet

Den største observerte forskjellen mellom 2008 og 2009 er tildekkingen av deponiområdet. Dette har gitt betydelig mer stabile sedimenter i deponiområdet og ført til at SPI-kameraet ikke penetrerte sedimentet så dypt i 2009 som i 2008 (**Tabell 1**). **Figur 11** viser resultater fra analyse av SPI-bildene tatt i 2009 på stasjoner i deponeringsområdet og dets nærområde. Generelt er faunaforholdene relativt gode på bløtbunn i grunnområdene langs øyene i nærområdet av deponiet (eksempel: SPI 133, SPI132, se **Figur 11** og **Figur 7**). Utenfor tersklene til Bekkelagsbassenget (se SPI134 i **Figur 4** og **Figur 3**) var forholdene gode i 2009, 2007 og 2006, men dårligere i 2008.

I **Figur 12** ses 3 SPI-bilder fra det nytildekkede deponiområdet og 1 bilde (SPI127) fra randområdet utenfor tildekkingsområdet. Bildene tyder på at sedimentenes fasthet i deponiområdet er større enn på stasjoner like utenfor dette området. **Figur 12** viser også at sedimentene på stasjon SPI127 rett utenfor deponiet er reduserte opp til sedimentoverflaten. Ved stasjon PB1 i utkanten av deponiet i nord og ved NGIB4 (sentralt dypvanndeponiet) er sedimentene preget av dekkmaterialet, mens tildekkingen var mer ufullstendig på SPI66. Tilsvarende mangel på overdekking ble observert på SPI65 i grensen av deponiet i nord (se vedlegg A og B).

I **Figur 13** ses bilder som illustrerer utviklingen av forholdene på bunnen i deponiet fra 2006 til 2009. Bildene illustrerer også at sedimentenes fasthet i deponiet har økt og at sedimentene på SPI131 var godt overdekket med sand i mai 2009 med en sandtykkelse på ca 5 cm, mens de tidligere har vært mer dominert av de deponerte massene inklusiv noe leire.

Tildeckingsarbeidet var ikke helt ferdig i mai 2009 på det tidspunkt SPI-bildene ble tatt og i deler av deponiområdet (SPI 66, 129 og 65) var overflatesedimentene fremdeles blandet med underliggende sediment, men også på disse stasjonene var sedimentet blitt fastere (mindre penetrasjonsdyp) fra 2008 til 2009.

I januar 2009 ble det gjennomført en detaljert SPI-undersøkelse av tildekking av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven (Nilsson og Schaanning 2009). Av totalt 97 analyserte bilder tatt i januar 2009 ble 75 stasjoner klassifisert som tildekket. Av disse 75 hadde 55 stasjoner  $\geq 3$  cm dekkmasse (sand) og 20 stasjoner var dekket med mellom 0,9 og 2,9 cm sand. Ved 3 stasjoner ble det observert tildekkingsmateriale i hele penetrasjonsdypet. Ved 13 stasjoner ble det observert et sjikt med sand under sedimentoverflaten. Ved 8 stasjoner ble det ikke funnet tydelige spor av sand i sedimentprofilbildet. Undersøkelsene i mai 2009 omfattet langt færre stasjoner i deponeringsområdet enn det som var tilfellet i undersøkelsene fra januar samme år (Nilsson og Schaanning 2009). Undersøkelsene fra mai tyder likevel på at størstedelen av sedimentenes overflate i deponiområdet er tildekket med dekkmasser. I den sydlige og nordlige delen av deponiområdet var det imidlertid fremdeles deler av sedimentoverflaten som ikke var fullstendig tildekket.

For å få en mer oppdatert oversikt over tildeckingsgraden bør det gjennomføres nye SPI-undersøkelser med et relativt tett stasjonsnett. Slike undersøkelser vil også kunne dokumentere eventuelle videre endringer i fauna og sedimentstruktur.

Vi har tidligere i rapporten antydnet at forholdene ikke har endret seg særlig i de grunnere områdene (terskeldyp) rundt deponiet (eksempelvis SPI 132, se **Figur 7**) og vi slutter derfor at noen betydelig partikkeltransport ikke har funnet sted til slike områder. Målinger av innhold av miljøgifter i blåskjell fra øyene rundt deponiet (Berge et al 2009) tyder heller ikke på noen spredning av miljøgifter via overflatevannet.

Oslo havns overvåking av turbiditet under deponeringen har imidlertid vist en viss spredning av partikler (størrelsesorden 200 tonn), som kan ha sedimentert i dypområdene i Bekkelagsbassenget nord for deponiet (Schaanning et al., 2007, NIVA rapport 5513). Stasjon SPI 127 ligger rett utenfor deponiområdet og har hele tiden hatt dårlige, eller meget dårlige forhold for bløtbunnsfauna (se **Figur 3** og **Figur 4**). Denne stasjonen skulle ut fra sin beliggenhet være svært utsatt for spredning av partikler fra deponeringen. I **Figur 14** vises resultatene fra alle SPI-bildene som er tatt på SPI127 i perioden 2006 til 2008. Et karakteristisk element i bildene er de sorte horisontale stripene i bildet som kan brukes som et referansenivå. Avstanden fra disse til toppen av sedimentet var omtrent den samme i 2006 og 2007 og tyder ikke på noen stor partikkeltilførsel i denne perioden. Avstanden økte imidlertid med ca 2 cm fra 2007 til 2008 og holdt seg tilnærmet konstant fra 2008 til 2009. Noe av økningen fra 2007 til 2008 kan skyldes tilførsler fra deponeringen, mens det resterende (maksimalt ca 1 cm) kan skyldes naturlig sedimentering. Trolig hadde en ikke noen tilførsel av betydning fra deponiet fra 2008 til 2009.

I 2006 og 2007 hadde sedimentet et topplag på maksimalt 3-4 cm, som var langt mindre fremtredende i 2008 og 2009. Topplaget som ble observert i 2006 og 2007 synes noe i overkant av hva en skulle forvente fra naturlig sedimentering i løpet av et år (maksimalt ca. 1 cm). Det kan derfor tenkes at en også har hatt unormal partikkeltransport og sedimentering før toktet i mai 2006 (deponeringen startet i februar 2006). Bildene fra SPI 127 viser ingen klare tegn på overdekking med sand.

På en annen stasjon (SPI 65) ca 375m nord vest for SPI 127 (se **Figur 11**) har det i hel observasjonsperioden blitt observert relativt uryddige forhold på bunnen med leirklumper i sedimentet (se **Figur 15** og **Figur 16**). Det er derfor vanskelig å avgjøre om deponeringen av forurensede masser har ført til transport av partikler til SPI65. Bildene fra SPI 65 tyder imidlertid på at området også før prøvedumpingene i 2005 som ble foretatt 29.11.2005 har vært benyttet til deponering av overskuddsmasser. Både SPI 127 og 65 ligger utenfor det som er definert som deponiområdet som skulle overdekkes med sand. Bildene fra 2009 viser derfor naturlig nok ingen tegn på overdekking med sand.

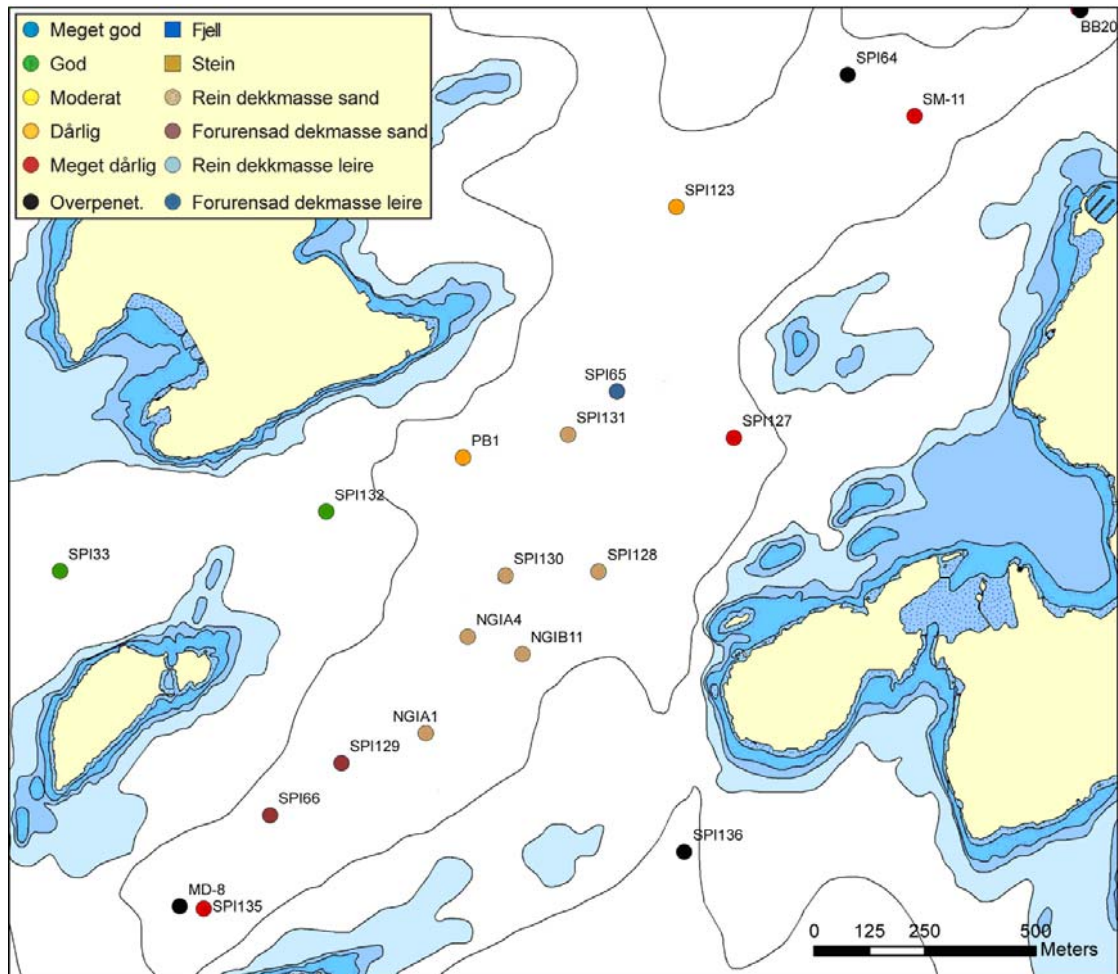
Vi konkluderer med at SPI-undersøkelsen gjennomført i 2009 ikke gir noen indikasjon på økt sedimentasjon i de grunnere områdene rundt deponiet. Det er imidlertid indikasjoner på øket sedimentering i dypområder nær deponiet (SPI 127) mellom mai 2007 og mai 2008, men ikke mellom 2008 og 2009.

Vi konkluderer med at på mange av stasjonene i områder med anleggsarbeider fremkom tydelige spor av fysisk forstyrrelse på bunnen etter mudring, tildekking og deponering. Dette er som forventet. SPI-undersøkelsene gjennomført i 2009 gir heller ikke noen indikasjon på økt sedimentasjon i de grunnere områdene rundt deponiet. Det er imidlertid indikasjoner på øket sedimentering i dypområder nær deponiet (SPI 127) mellom mai 2007 og mai 2008, men ikke mellom 2008 og 2009. I områder uten anleggsarbeider er det i hovedsak så liten endring i forholdene på bunnen.

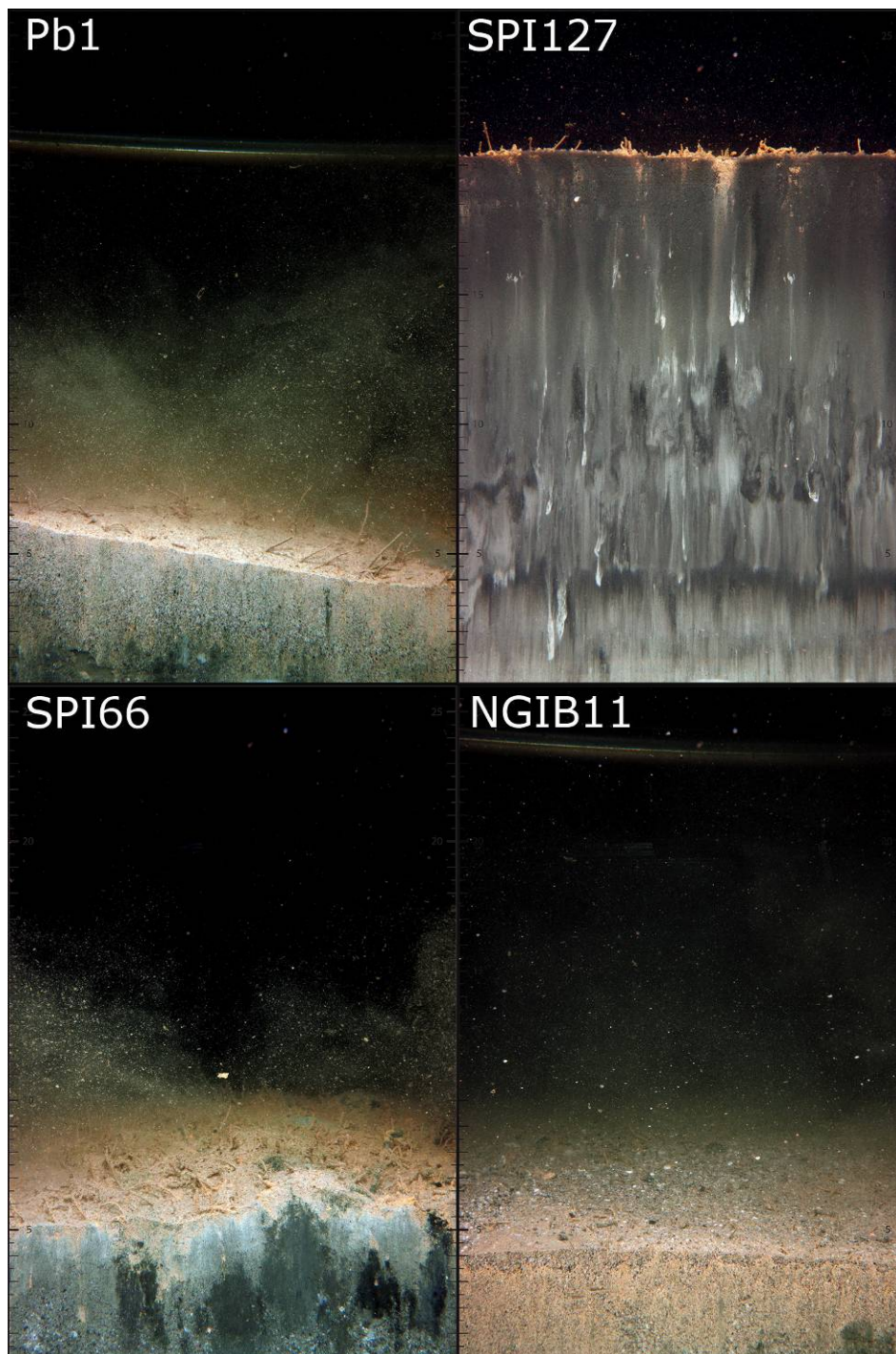
**Tabell 1.** Data fra utvalgte stasjoner i deponiområdet prøvetatt med SPI kamera både i 2008 og 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Penet. Dyp 09 (cm)	Penet.Dyp 08 (cm)	Sedimentenes beskaffenhet mai 2009
SPI66	65	4,8	24,0	Forurensed dekkmasse (sand)
SPI128	66	6,3	16,3	Ren dekkmasse (sand)
SPI129	64	1,0	19,2	Forurensed dekkmasse (sand)
SPI130	66	3,8	20,0	Ren dekkmasse (sand)
SPI131	63	7,5	11,2	Ren dekkmasse (sand)
NGIA1	65	1,8	22, Overpenet.	Ren dekkmasse (sand)
NGIA4	66	0,0	17,3	Ren dekkmasse (sand)
NGIB11	65	2,9	Overpenet.	Ren dekkmasse (sand)
PB1	65	3,2	14,8	



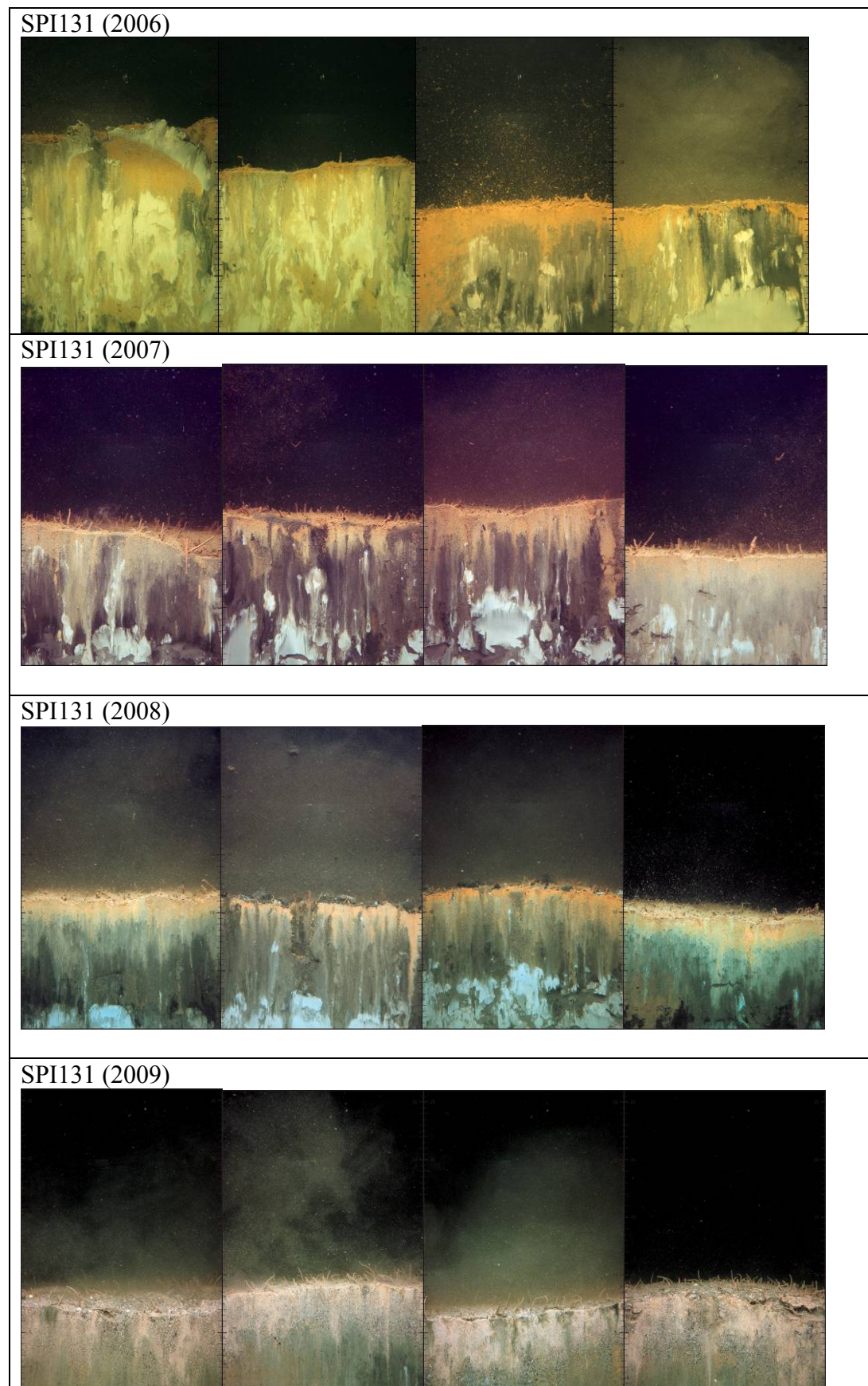


**Figur 11.** Tilstandsklasser av bløtbunnfauna i henhold til BHQ-indeksen (Figur 2, Rosenberg m. fl. 2004). Klassifisering av bunnsubstratet på stasjoner som inneholder stein, skjellgrus eller sand, er også gitt. Overpenetrert innebærer at kameraprismet har sunket for dypt ned i det bløte sediment så sedimentoverflaten ikke kan observeres og analyseres. Med forstyrret sedimentoverflate menes om det nylig er blitt deponert masser eller mudret på stasjonen, noe som gjør ytterligere analyse umulig. Mudrings-, tildekkings- og deponeringsområdet er markert i Figur 1.

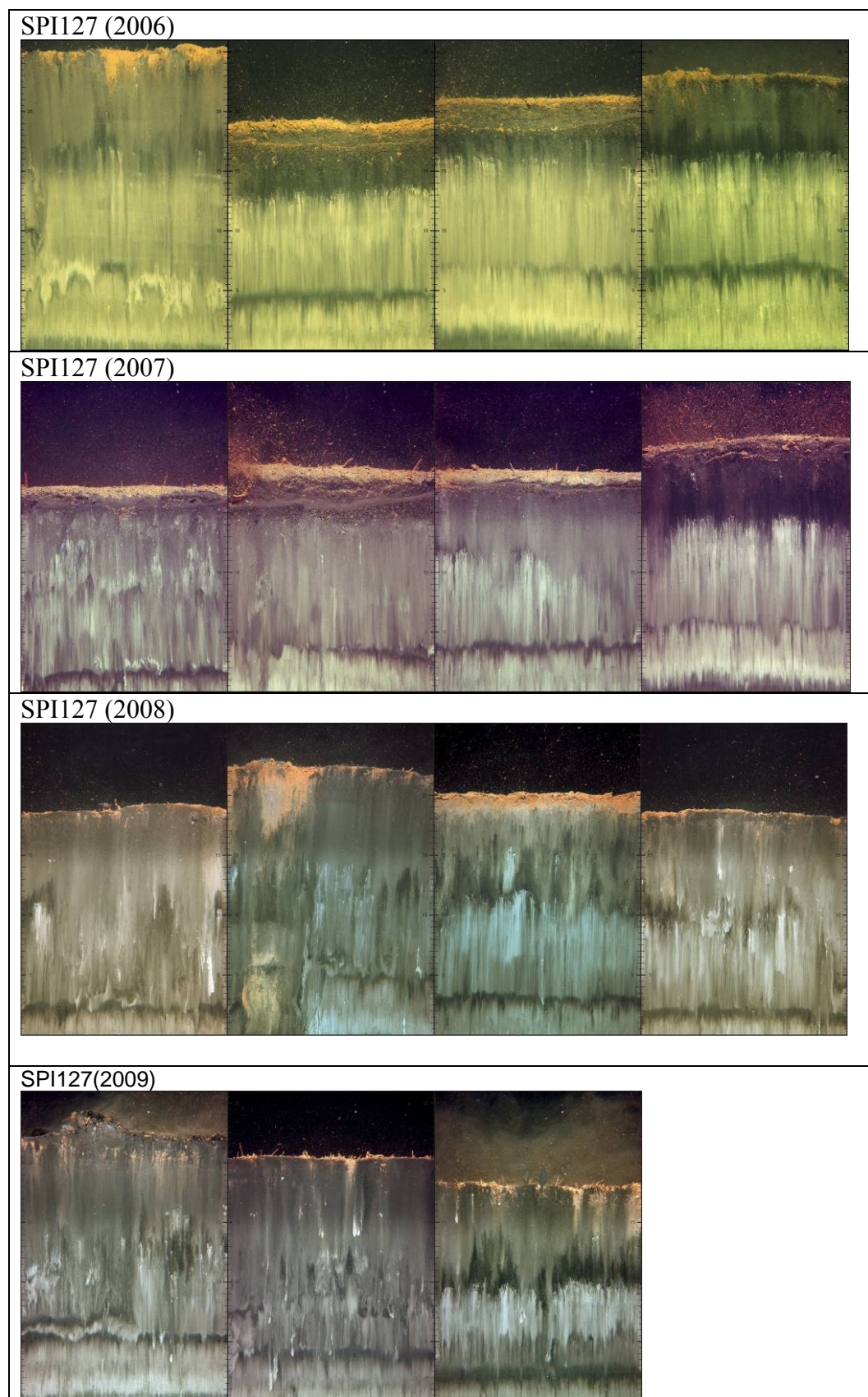


**Figur 12.** Sedimentprofilbilder fra dypvanndeponiet ved Malmøykalven (Pb1, NGIB11, SPI66) og en stasjon i rett utenfor deponiet (SPI127). Sedimentene på stasjon SPI127 er svært bløte og reduserte opp til sedimentoverflaten. Ved stasjon Pb1 i utkanten av deponiet i nord og ved NGIB4 (sentralt dypvanndeponiet) er sedimentene preget av dekkmaterialet, mens tildekkingen var mer ufullstendig på SPI66 (se også vedlegg B).



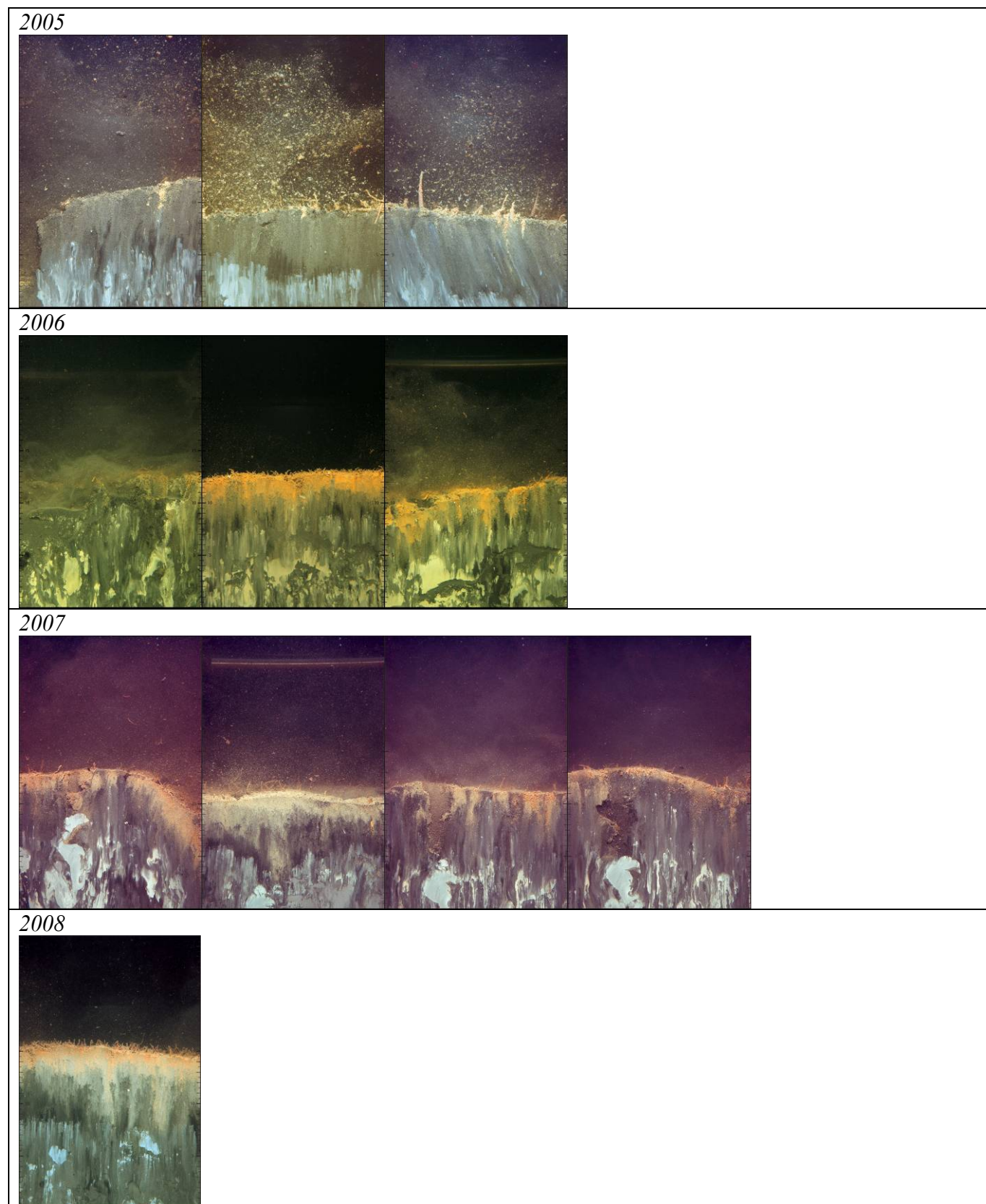


Figur 13. SPI bilder fra stasjonen SPI131 (ca 62,5 m dyp i 2009) i deponiområdet ved Malmøykalven (se Figur 11).

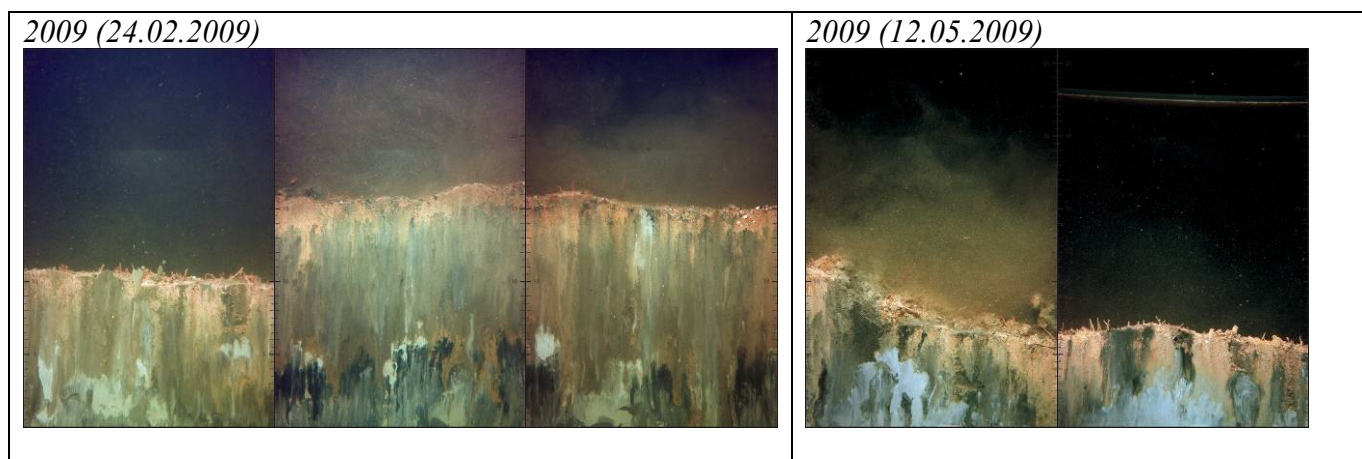


Figur 14. SPI bilder fra stasjonen SPI 127 (ca 66 m dyp) rett utenfor og nord for deponiområdet ved Malmøykalven.





Figur 15. SPI bilder fra stasjonen SPI 65 (63 m dyp) rett utenfor og nord for deponiområdet ved Malmøykalven.



*Figur 16. SPI-bilder fra stasjonen SPI 65 (63 m dyp) rett utenfor og nord for deponiområdet ved Malmøykalven.*

## 4. Litteratur

Berge, J.A., Nilsson H.C., Walday, M. (2007) Utlekking av rene leirmasser i Bekkelagsbassenget – forundersøkelse. NIVA Rapport 5338-2007, 48 s.

Berge, J. A., Nilsson, H.C og Walday, M. 2008. Utlekking av rene leirmasser i Bekkelagsbassenget – etterundersøkelse 2007. NIVA-rapport nr. 5540. 57s.

Berge, J.A., Schøyen, M. og Qxnevad, S., 2009. Supplerende tiltaksovervåking i indre Oslofjord – miljøgifter i blåskjell. Årsrapport 2008. NIVA-rapport nr 5827 (TA2536/2009), 35s.

Nilsson, H.C. (2007a) Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven – 2006. Revidert versjon, januar 2007. SFT Rapport TA-2215/2006 (NIVA-rapport nr. 5331), 14 s.

Nilsson, H.C. (2007b) SPI studier ved dypvannsdeponeringsområdet ved Malmøykalven i samband med prøvetildekking av forurensede muddermasser. Notat til NGI. 10 s

Nilsson, H.C. (2007c). Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven – 2007. SFT rapport TA-2288/2007, 16s.

Nilsson, H.C.2008. Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilder (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven – 2008. SFT rapport, 21s.

Nilsson, H.C., Rosenberg, R. (1997) Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *Journal of Marine Systems* 11:249-264

Nilsson, H.C., Rosenberg, R. (2006) Collection and interpretation of Sediment Profile Images (SPI) using the Benthic Habitat Quality (BHQ) index and successional models. NIVA Rapport 5200-2006, Sidor

Nilsson, H.V. og Schaanning, M. T. 2009. Undersøkelse av tildekking av dypvannsdeponiet ved Malmøykalven med Sedimentprofilkamera. Niva rapport 5775, 17s.

Pearson, T.H., Rosenberg, R. (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16:229-311

Rosenberg, R., Blomqvist, M., Nilsson, H.C., Cederwall, H., Dimming, A. (2004) Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49:728-739

Schaanning M., A.Staalstrøm og K.Sørensen, 2007. Miljøkonsekvens-vurdering - Utslipp av forurensete sedimenter til overflatelaget i deponiområdet ved Malmøykalven. NIVA rapport 5513-2007. 90 s.

Skei,J., Nilsson, H.C. (2008) Kjemiske analyser av sedimentkjerner fra deponiområdet ved Malmøykalven og randområdene. NIVA Rapport 5614-2008, 54 s.

## 5. Vedlegg A Stasjoner og rådata

Stasjonliste 2009. Fargekoden bruk i til klassifisering på grunnlag av BHQ indeks ses i Figur 2. BHQ= Benthic Habitat Quality index, TK=tilstandsklasse.

Stasjon	Latitud	Longitud	Dyp (m)	Dato	BHQ	TK	Penet. Dyp (cm)	Habitat
SPI31	59,880066	10,698584	34	12.05.2009	7,3	2	8,3	
SPI33	59,896049	10,6959	27	08.05.2009	4,0	4	14,3	
SPI34	59,900517	10,706767	26	08.05.2009	2,3	4	16,7	
SPI35	59,9035	10,707733	21	08.05.2009	2,0	5	11,3	
SPI36	59,9053	10,707817	22	08.05.2009	3,0	4	11,7	
SPI37	59,906349	10,703	14,5	08.05.2009	4,0	4	8,8	
SPI38	59,909985	10,699516	12	08.05.2009	5,0	3	12,2	
SPI39	59,9063	10,706433	20	08.05.2009	5,0	3	11,5	
SPI40	59,908218	10,705767	17	08.05.2009	4,0	4	8,8	
SPI41	59,9072	10,7078	19,5	08.05.2009	2,0	5	6,0	Stein
SPI42	59,899132	10,711967	27	08.05.2009	2,5	4	14,0	
SPI43	59,903366	10,716217	24	08.05.2009	2,7	4	18,7	
SPI44	59,906448	10,726883	24	08.05.2009	2,0	5	24,0	
SPI45	59,903633	10,732933	24	08.05.2009	1,0	5	22,8	
SPI46	59,905033	10,734266	23	08.05.2009	2,0	5	15,0	
SPI47	59,900082	10,73945	21,5	08.05.2009	5,7	3	13,2	
SPI48	59,898617	10,74155	21	08.05.2009	4,0	4	18,5	
SPI49	59,897568	10,746917	21	12.05.2009	7,5	2	7,3	
SPI50	59,898899	10,748217	19	12.05.2009	10,0	1	4,5	
SPI51	59,899666	10,745234	19,5	12.05.2009	7,0	2	7,5	
SPI52	59,900768	10,74515	18	08.05.2009			0,0	Ren dekkmasse (leire)
SPI53	59,901516	10,74855	14,5	08.05.2009			5,3	Ren dekkmasse (leire)
SPI54	59,901932	10,745234		08.05.2009			5,0	Ren dekkmasse (leire)
SPI55	59,902634	10,747316	14	08.05.2009	6,0	3	6,5	
SPI56	59,900017	10,747416	18	12.05.2009	6,7	2	4,7	
SPI56b	59,900318	10,747633	18	12.05.2009	6,5	2	6,3	
SPI57	59,900799	10,749917	15	08.05.2009			0,0	Sand
SPI58	59,904034	10,752517		08.05.2009	4,3	3	7,8	
SPI59	59,905766	10,756617	4	08.05.2009			2,2	Ren dekkmasse (sand)
SPI60	59,891899	10,73925	24,5	12.05.2009	4,7	3	14,0	
SPI61	59,8885	10,725217	27,5	12.05.2009	5,7	3	10,0	
SPI62	59,880882	10,731433	64	12.05.2009	0,7	5	17,7	
SPI63	59,881416	10,7522	51	12.05.2009	7,3	2	6,7	
SPI64	59,876633	10,744117	61	12.05.2009				
SPI65	59,869915	10,735683	63	12.05.2009	5,0	3	6,5	Forurenset dekkmasse (leire)



Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

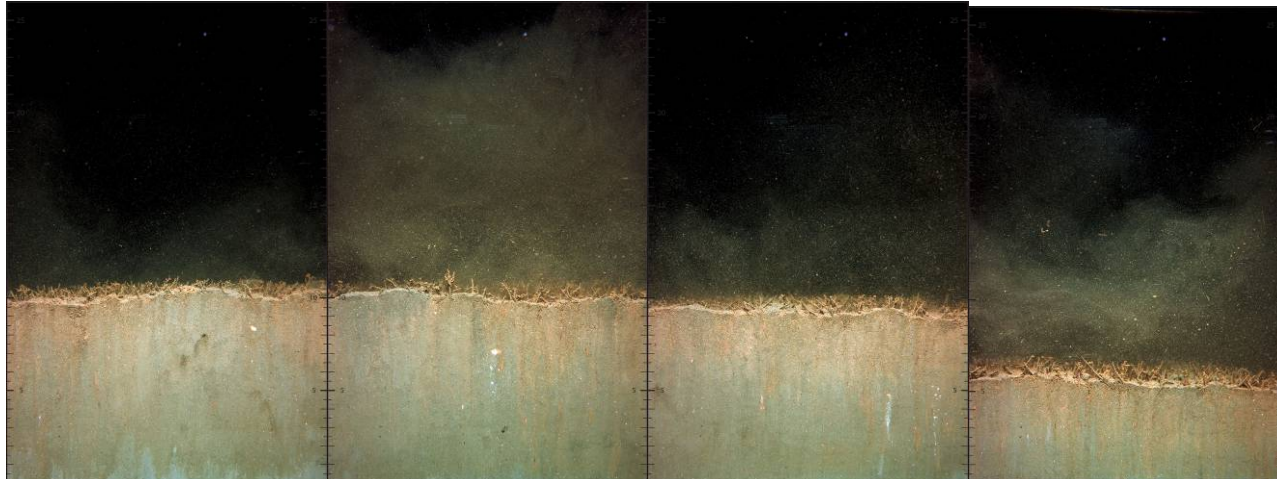
SPI66	59,860851	10,722867	65	12.05.2009	4,0	4	4,8	Forurenset dekkmasse (sand)
SPI67	59,870251	10,76485	10	12.05.2009	4,0	4	5,5	
SPI68	59,875099	10,765183	15	12.05.2009	0,0	5	24,0	
SPI69	59,853317	10,757816	40	12.05.2009	9,3	2	8,7	
SPI75	59,875984	10,7149	43	12.05.2009	8,0	2	11,7	
SPI105	59,905884	10,714033	11	08.05.2009				
SPI106	59,906918	10,717716	19,5	08.05.2009	2,8	4	11,5	
SPI107	59,908501	10,728167	11,5	08.05.2009				Ren dekkmasse (sand)
SPI108	59,909698	10,72925	8	08.05.2009				Ren dekkmasse (sand)
SPI109	59,909817	10,7319	7	08.05.2009				Ren dekkmasse (sand)
SPI110	59,909115	10,7326	13	08.05.2009				Ren dekkmasse (sand)
SPI111	59,908115	10,73165	16,5	08.05.2009	5,3	3	6,8	
SPI112	59,901482	10,730483	24	08.05.2009	3,0	4	23,3	
SPI113	59,903782	10,746933	11	08.05.2009				Ren dekkmasse (sand)
SPI114	59,905449	10,748	11,3	08.05.2009	4,0	4	9,3	
SPI115	59,905231	10,7506	11	08.05.2009	4,0	4	7,0	
SPI116	59,9034	10,751034	11	08.05.2009	6,0	3	7,3	
SPI117	59,901085	10,755134	9	12.05.2009			3,8	Ren dekkmasse (sand)
SPI118	59,899151	10,751866	15	12.05.2009			5,4	Ren dekkmasse (sand)
SPI119	59,894783	10,747933	23	12.05.2009	5,0	3	13,0	
SPI120	59,893501	10,751866	9	12.05.2009	6,0	3	4,7	
SPI121	59,890999	10,757033	13,5	12.05.2009				
SPI122	59,889915	10,732634	27	12.05.2009	5,0	3	12,3	
SPI123	59,873734	10,737583	68	12.05.2009	2,5	4	7,5	
SPI124	59,878666	10,725217	54,5	12.05.2009	5,7	3	18,7	
SPI125	59,8829	10,743883	52	12.05.2009	6,3	3	4,5	
SPI126	59,885067	10,76505	14	12.05.2009	3,5	4	5,8	
SPI127	59,869133	10,740483	Ca 66	12.05.2009	1,3	5	20,7	
SPI128	59,866219	10,735416	66	12.05.2009			6,3	Ren dekkmasse (sand)
SPI129	59,862	10,725583	64	12.05.2009			1,0	Forurenset dekkmasse (sand)
SPI130	59,866016	10,731684	66	12.05.2009			3,8	Ren dekkmasse (sand)
SPI131	59,868984	10,733833	62,5	12.05.2009	3,7	4	7,5	Ren dekkmasse (sand)

Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

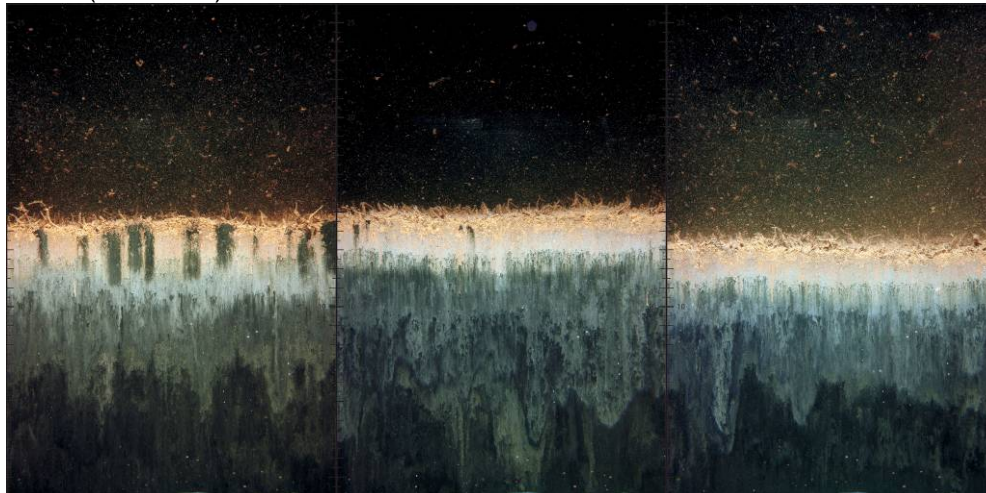
SPI132	59,867085	10,724317	37	12.05.2009	8,0	2	6,3	
SPI133	59,865532	10,7138	36	12.05.2009	9,3	2	10,8	
SPI134	59,858398	10,709217	62	12.05.2009	8,5	2	12	
SPI135	59,858868	10,72045	60,5	12.05.2009	2,0	5	22,5	
SPI136	59,860649	10,739583	61	12.05.2009				
SPI137	59,853565	10,742817	75	12.05.2009	0,0	5	25,5	
BB11	59,882233	10,7515	53	12.05.2009	7,0	3	9,3	
BB17	59,884735	10,747617	46	12.05.2009	3,7	4	4,7	
BB18	59,884033	10,747766	49	12.05.2009	4,3	3	9,3	
MD-8	59,858883	10,719483	61	12.05.2009			Over penetrert	
NGIA1	59,862717	10,7289	65	12.05.2009			1,8	Ren dekkmasse (sand)
NGIA4	59,864735	10,730333	66	12.05.2009			0,0	Ren dekkmasse (sand)
NGIB11	59,864449	10,732567	65	12.05.2009			2,9	Ren dekkmasse (sand)
PB1	59,868382	10,729667	65	12.05.2009	4,0	4	3,2	
SM-11	59,875885	10,7469	63	12.05.2009	1,5	5	22,0	

## 6. Vedlegg B. SPI bilder 2009 –Stasjoner Oslo Havn

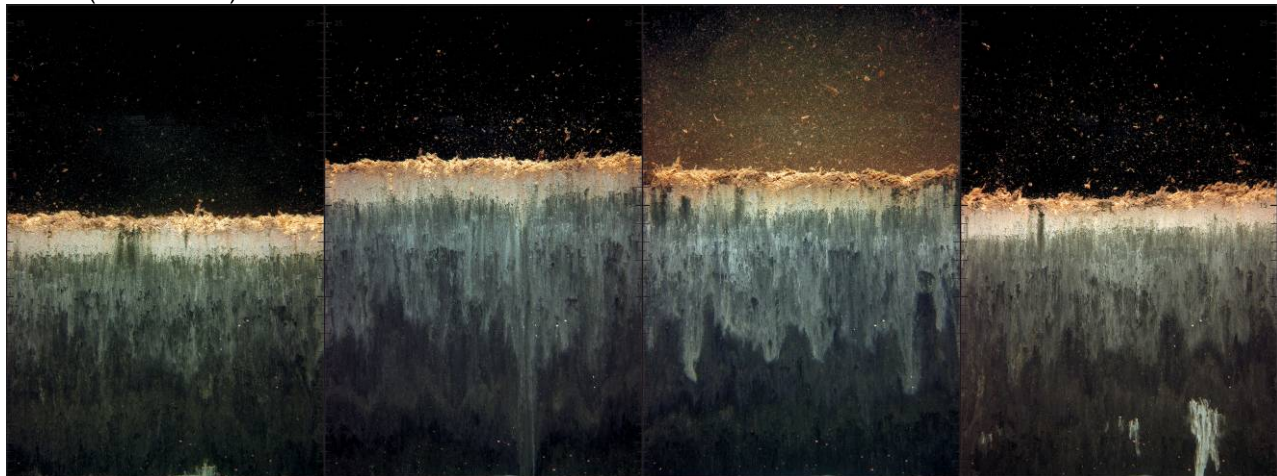
SPI31



SPI33 (8.05.2009)

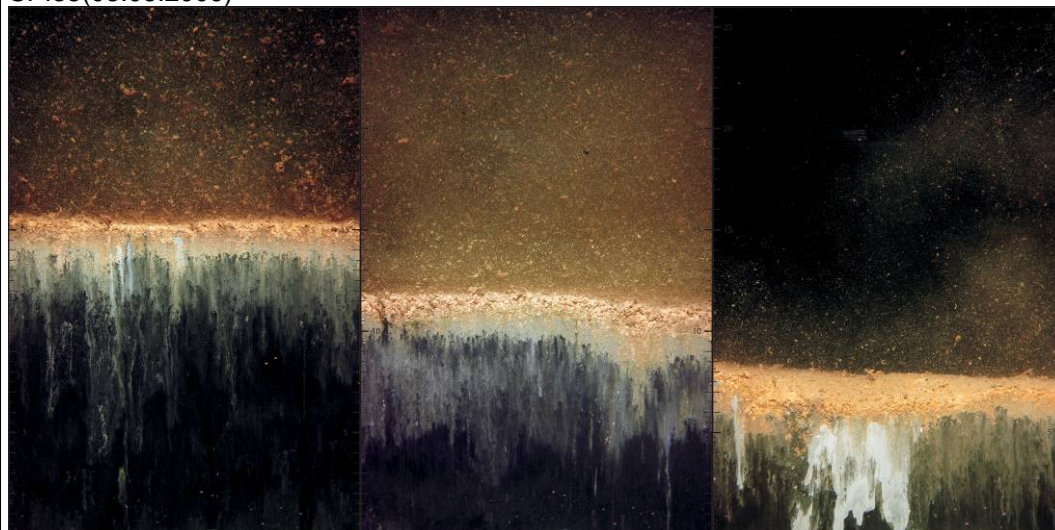


SPI34 (08.05.2009)

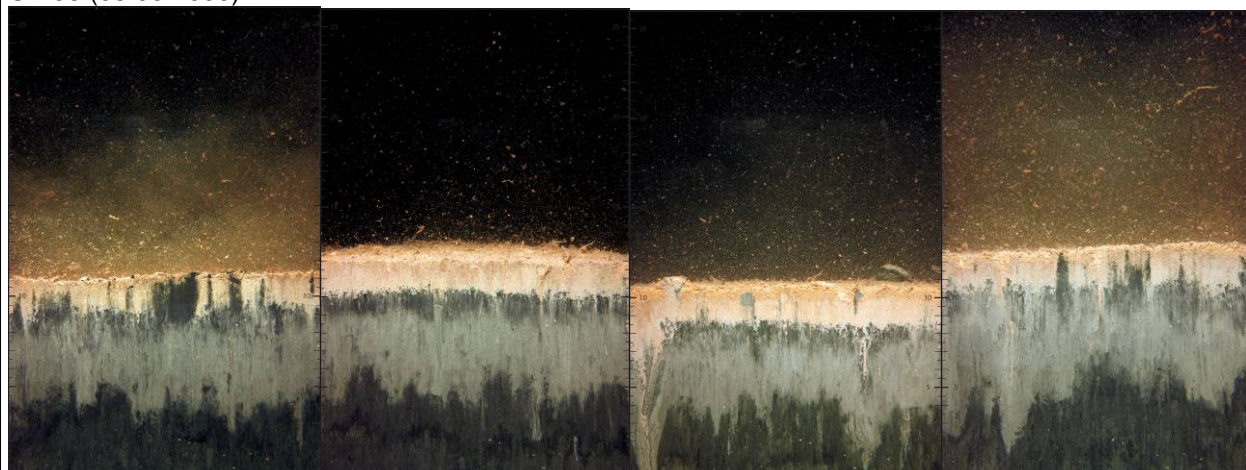




SPI35(08.05.2009)

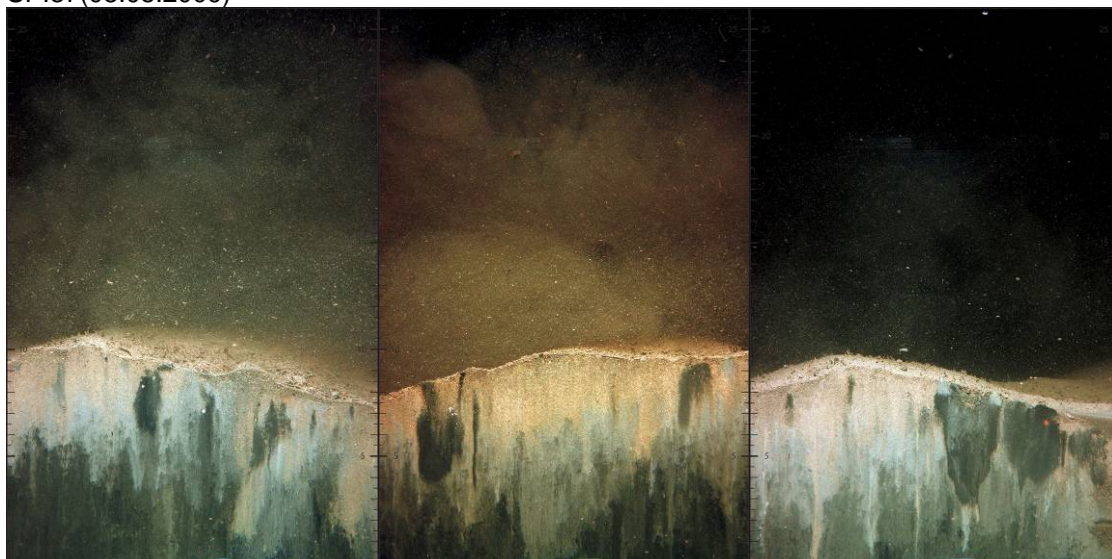


SPI36 (08.05.2009)

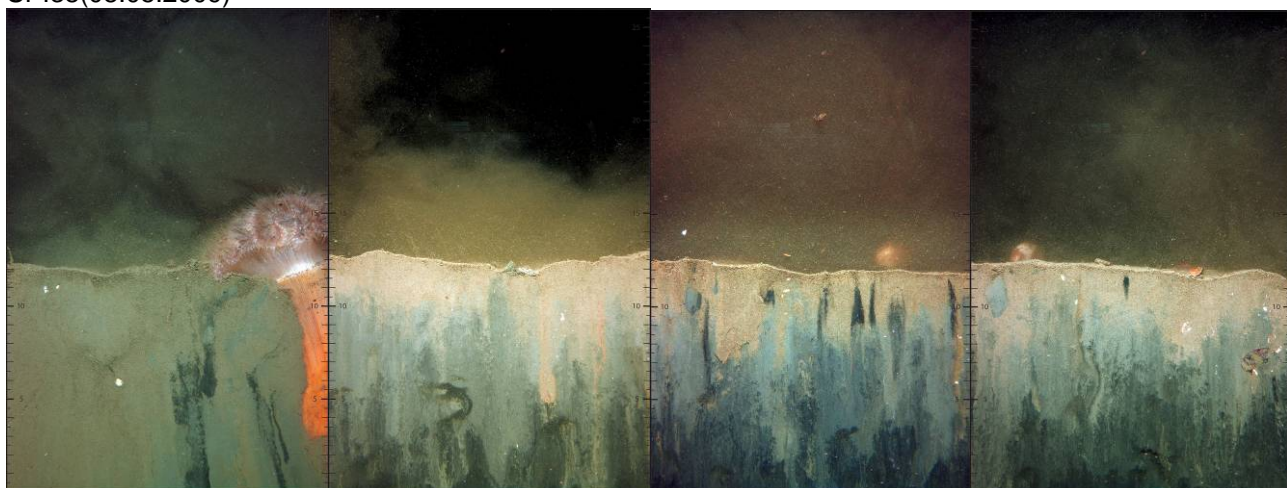


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

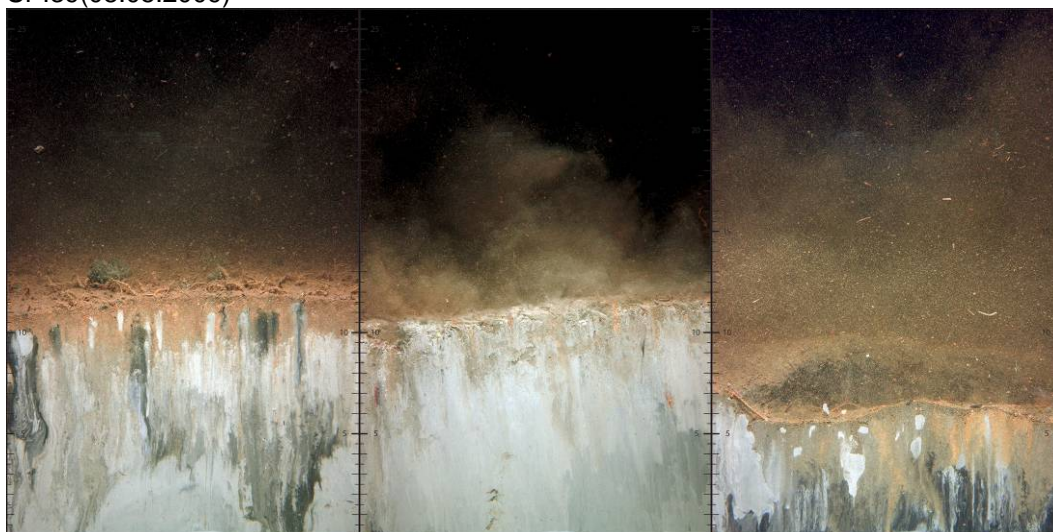
SPI37(08.05.2009)



SPI38(08.05.2009)



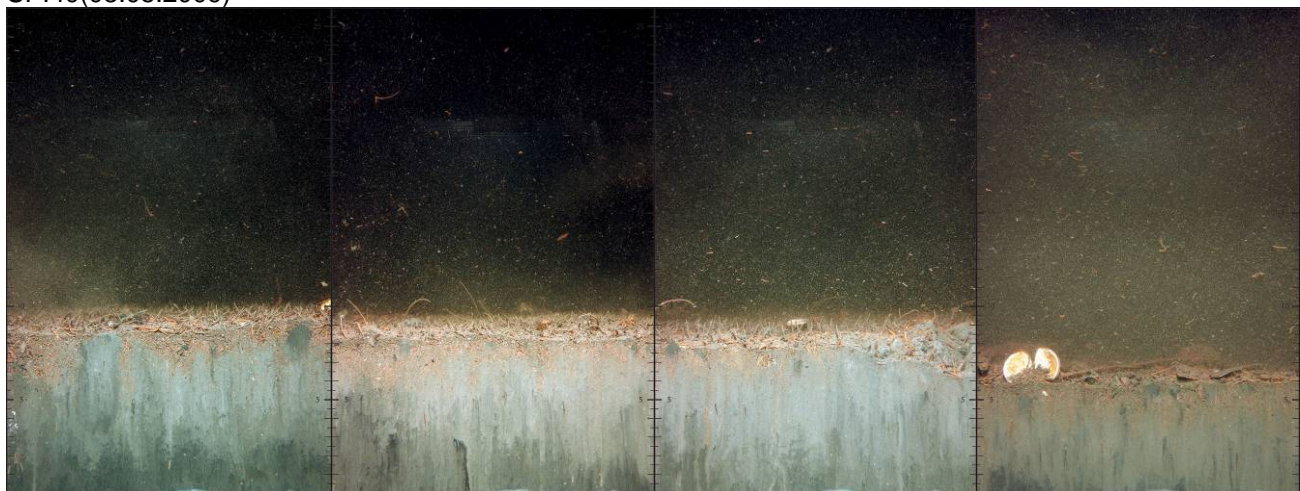
SPI39(08.05.2009)



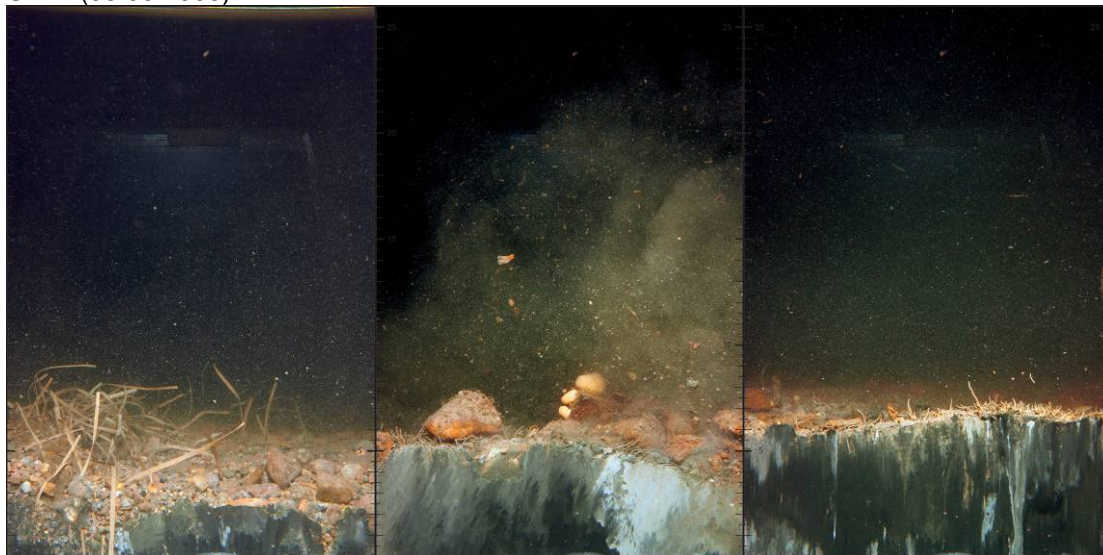


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

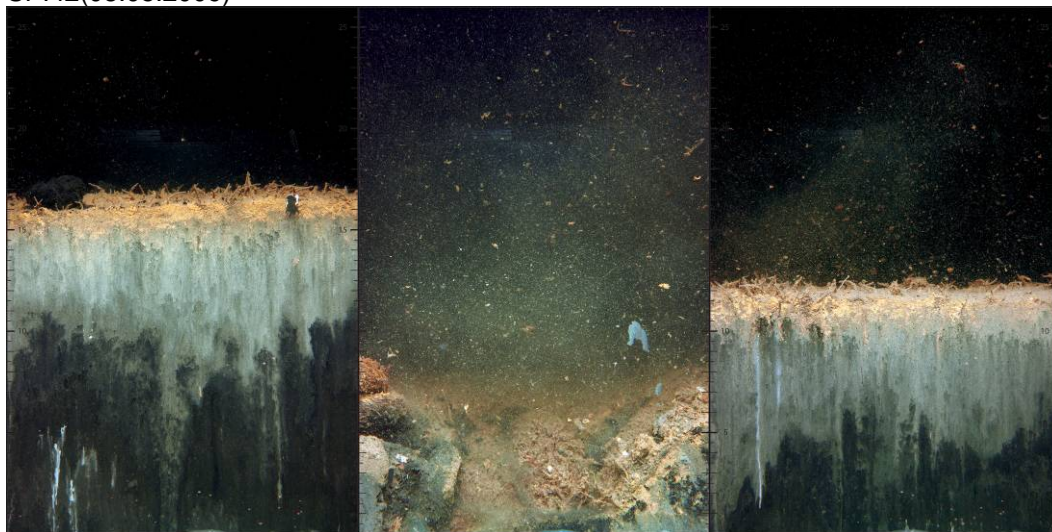
SPI40(08.05.2009)



SPI41(08.05.2009)

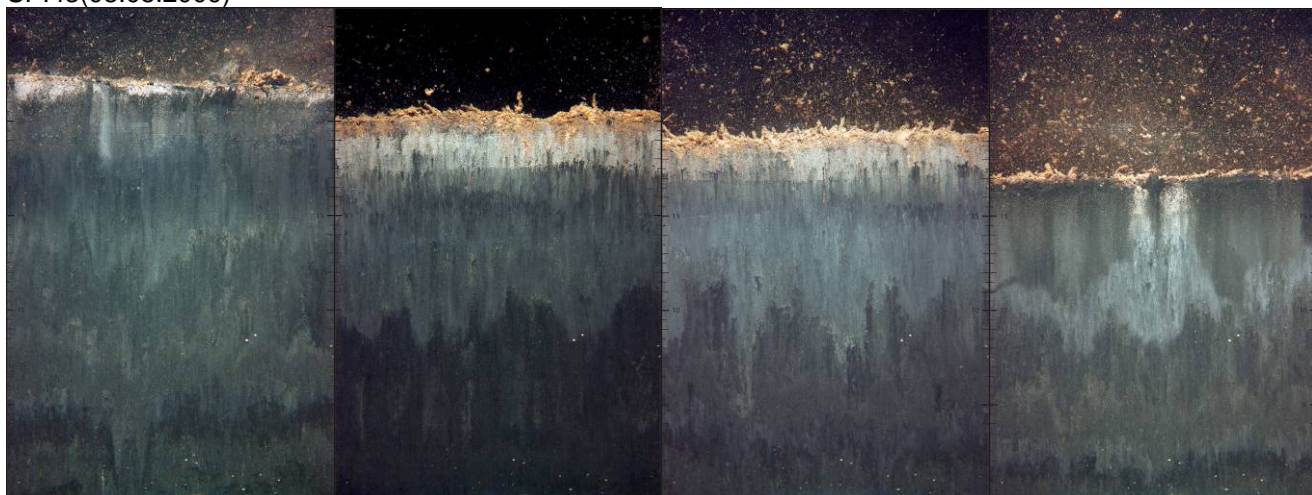


SPI42(08.05.2009)

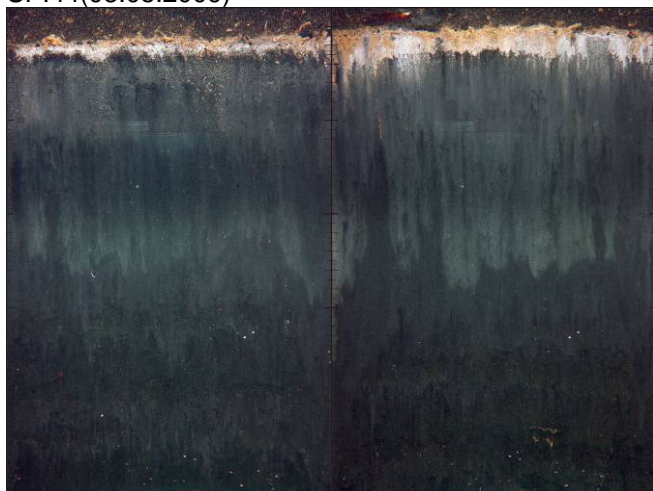




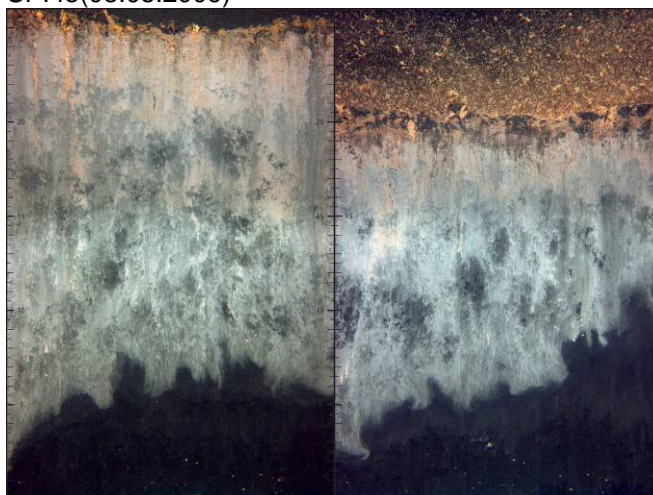
SPI43(08.05.2009)



SPI44(08.05.2009)



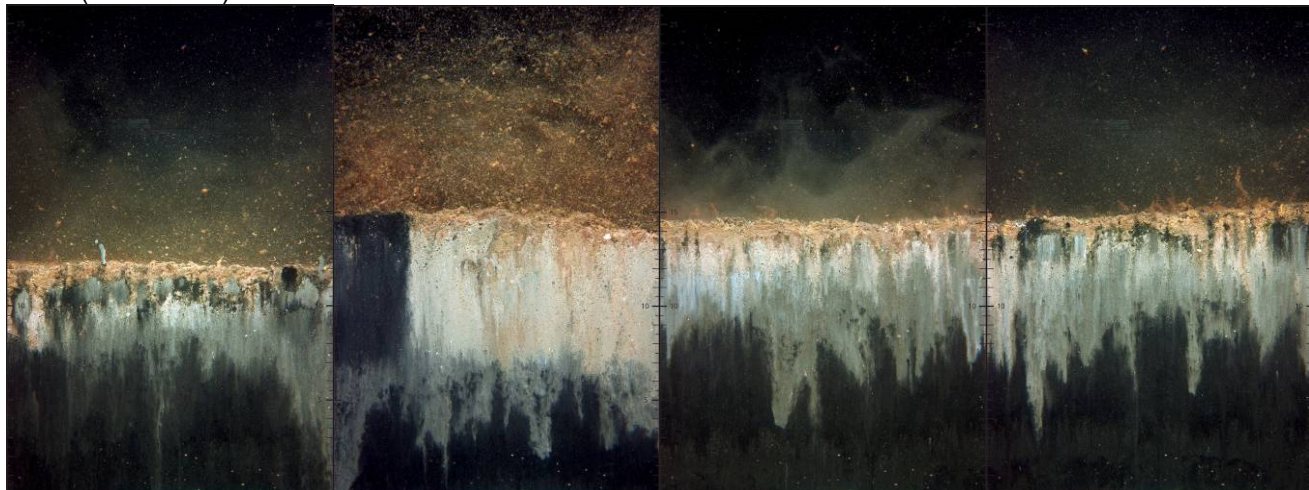
SPI45(08.05.2009)



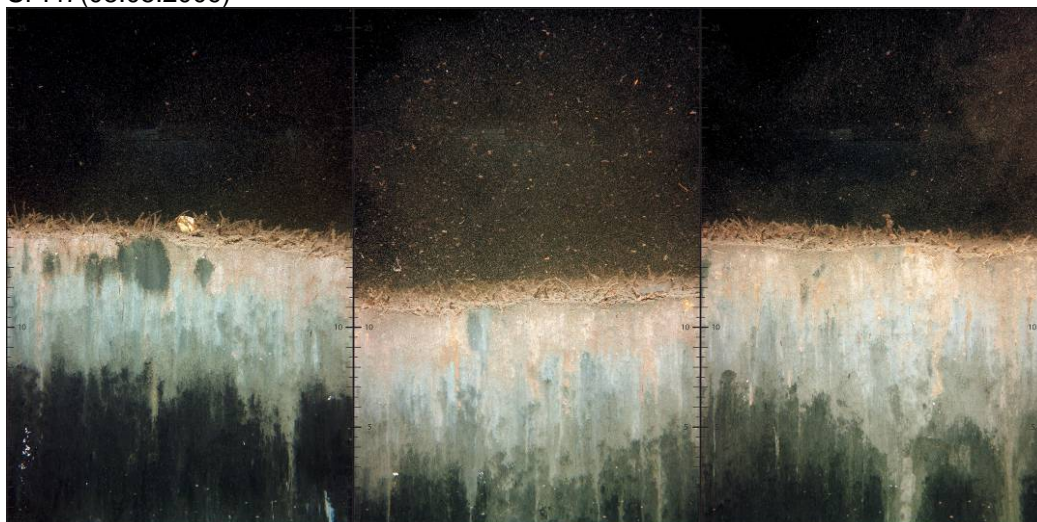


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

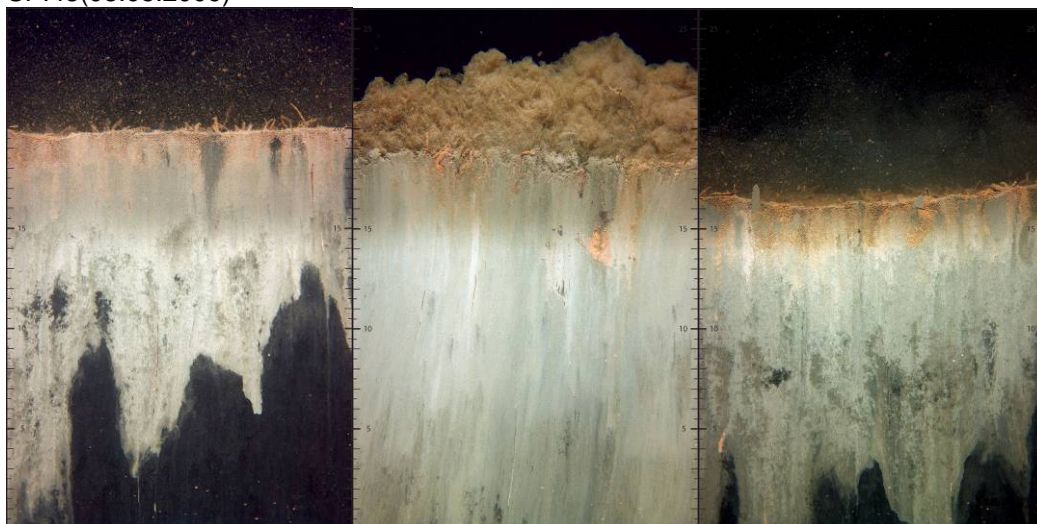
SPI46(08.05.2009)



SPI47(08.05.2009)

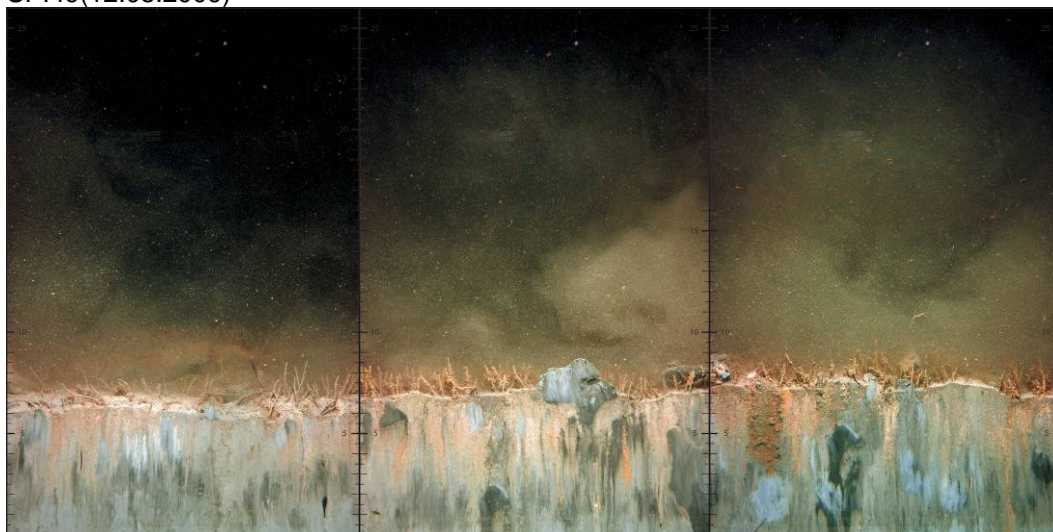


SPI48(08.05.2009)

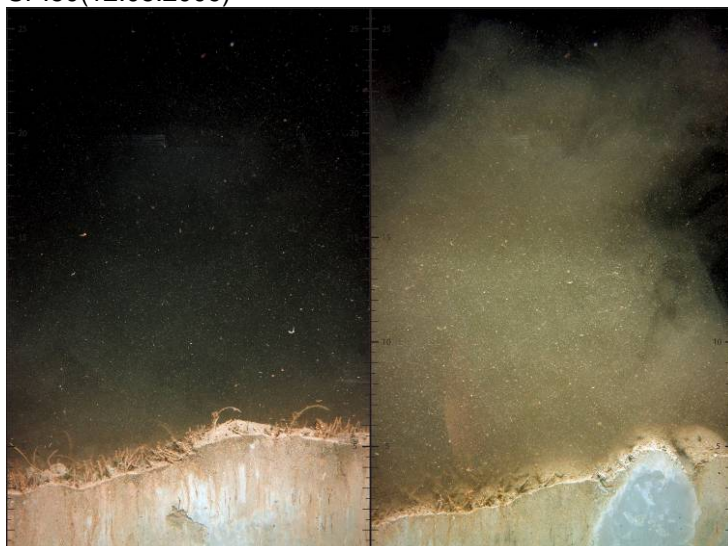




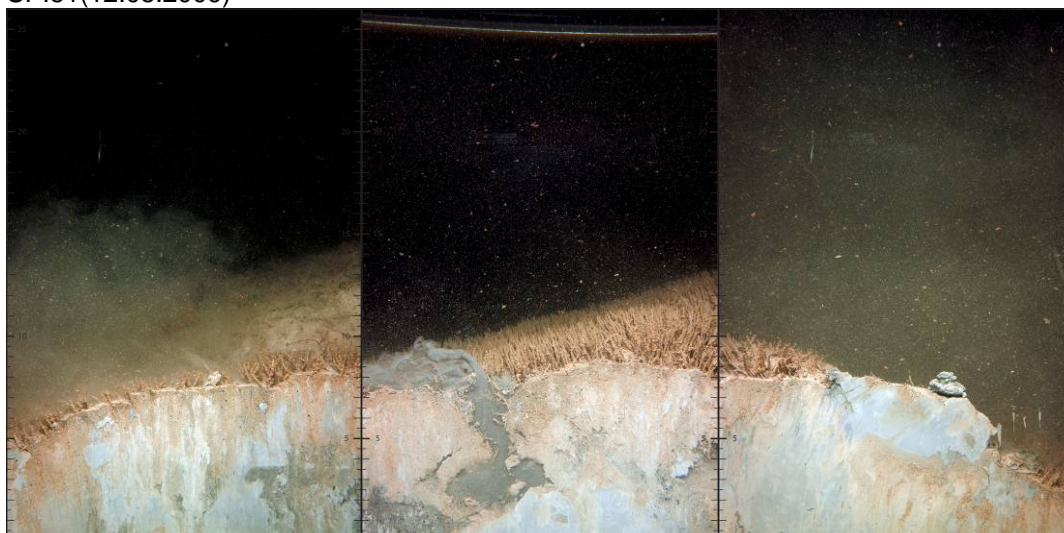
SPI49(12.05.2009)



SPI50(12.05.2009)



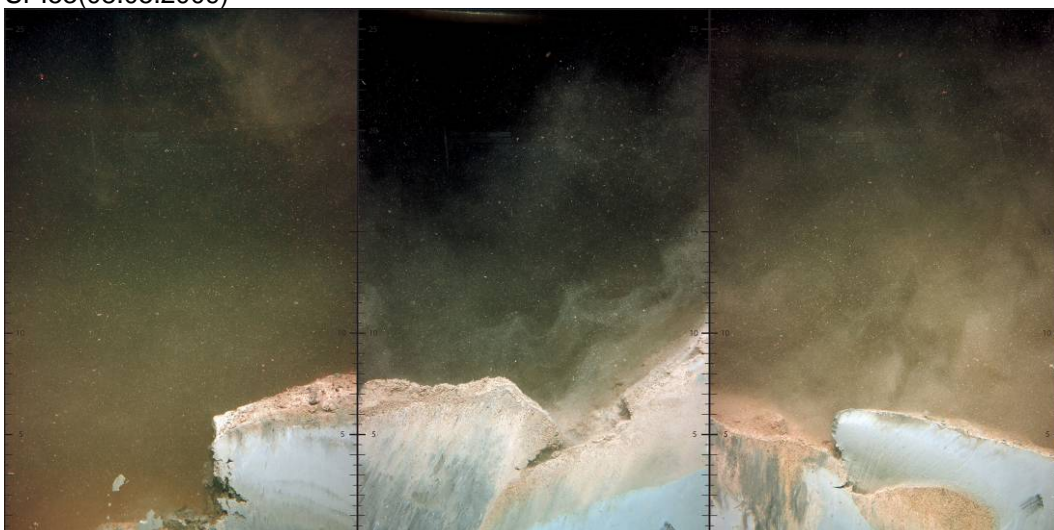
SPI51(12.05.2009)



SPI52(08.05.2009)



SPI53(08.05.2009)



SPI54(08.05.2009)





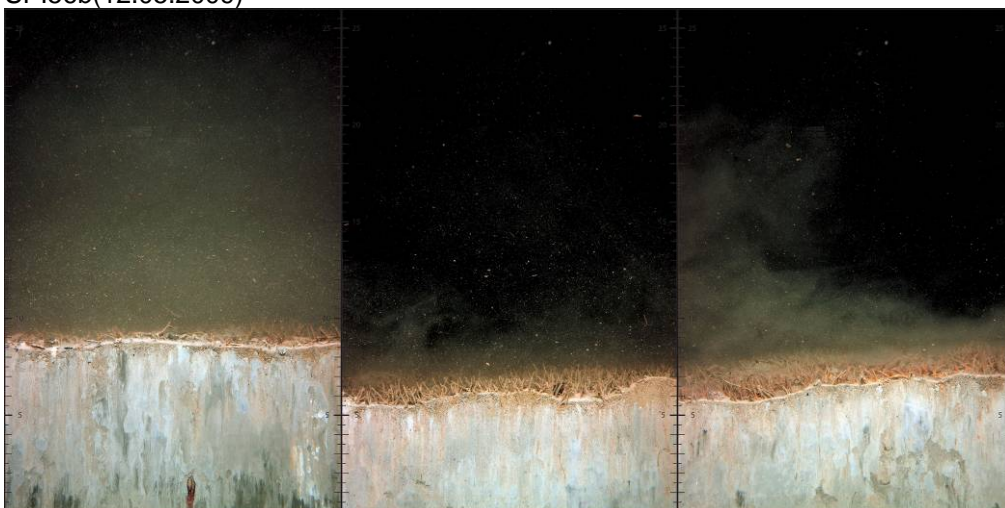
SPI55(08.05.2009)



SPI56(12.05.2009)



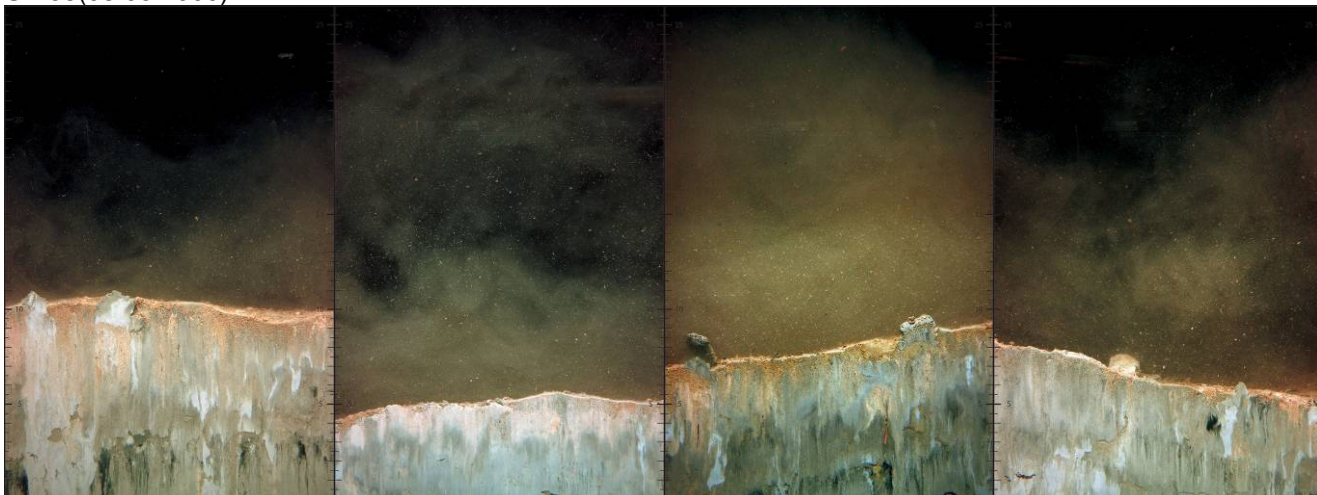
SPI56b(12.05.2009)



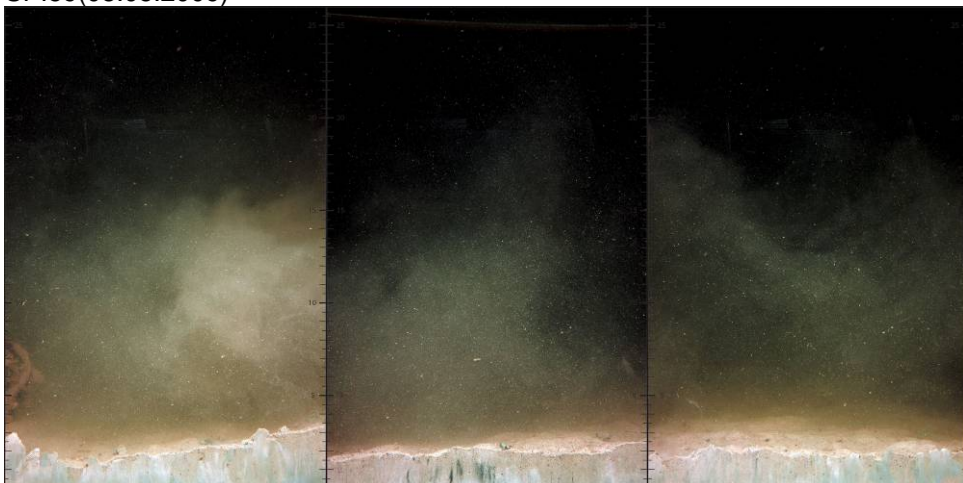
SPI57(08.05.2009)



SPI58(08.05.2009)



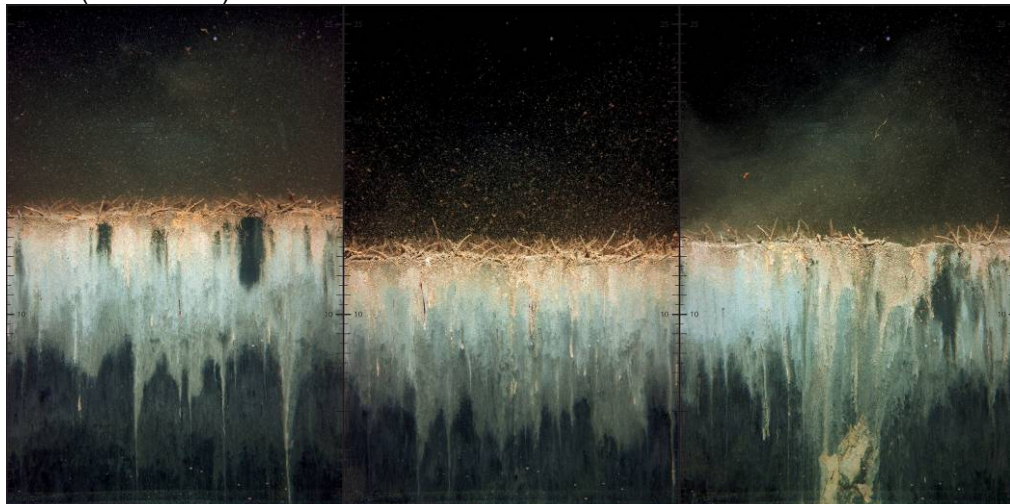
SPI59(08.05.2009)



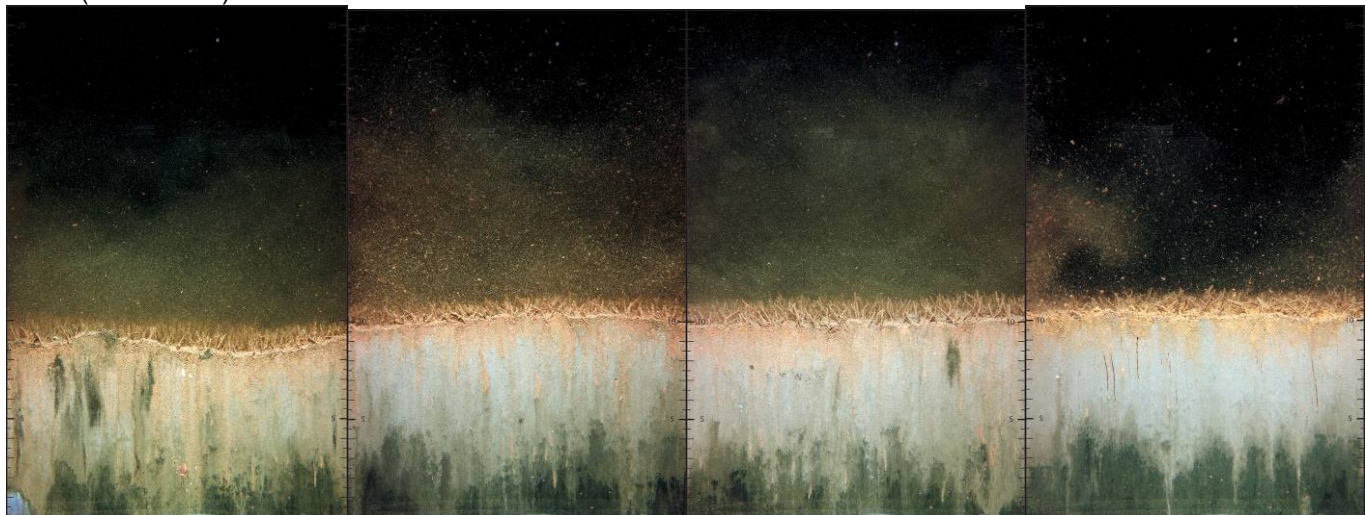


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

SPI60(12.05.2009)



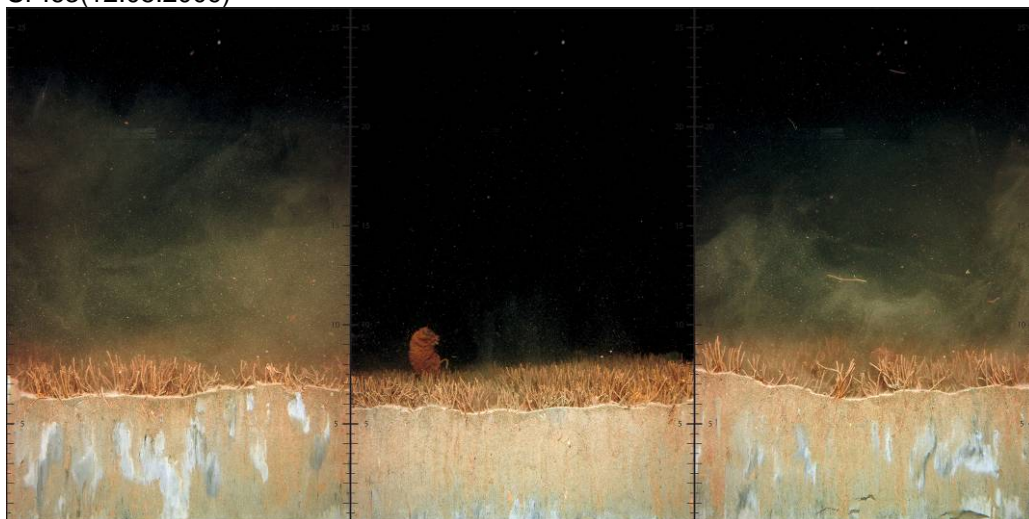
SPI61(12.05.2009)



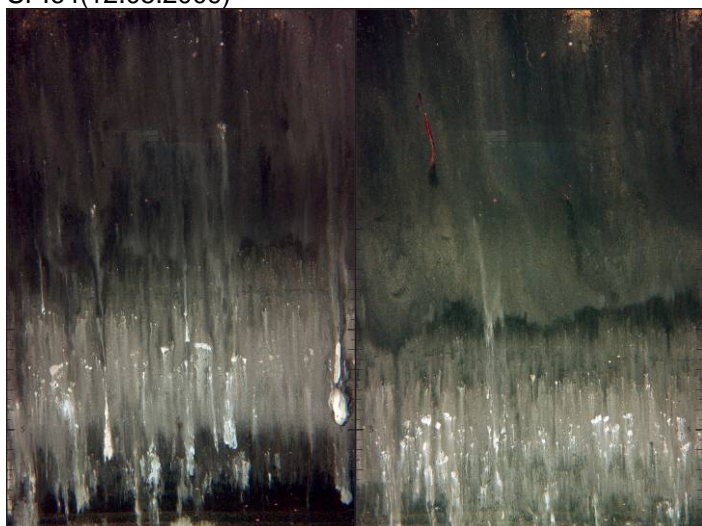
SPI62(12.05.2009)



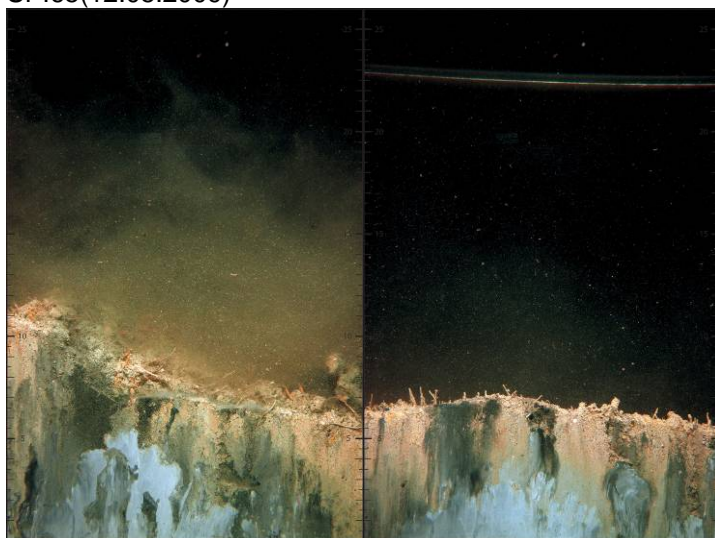
SPI63(12.05.2009)



SPI64(12.05.2009)



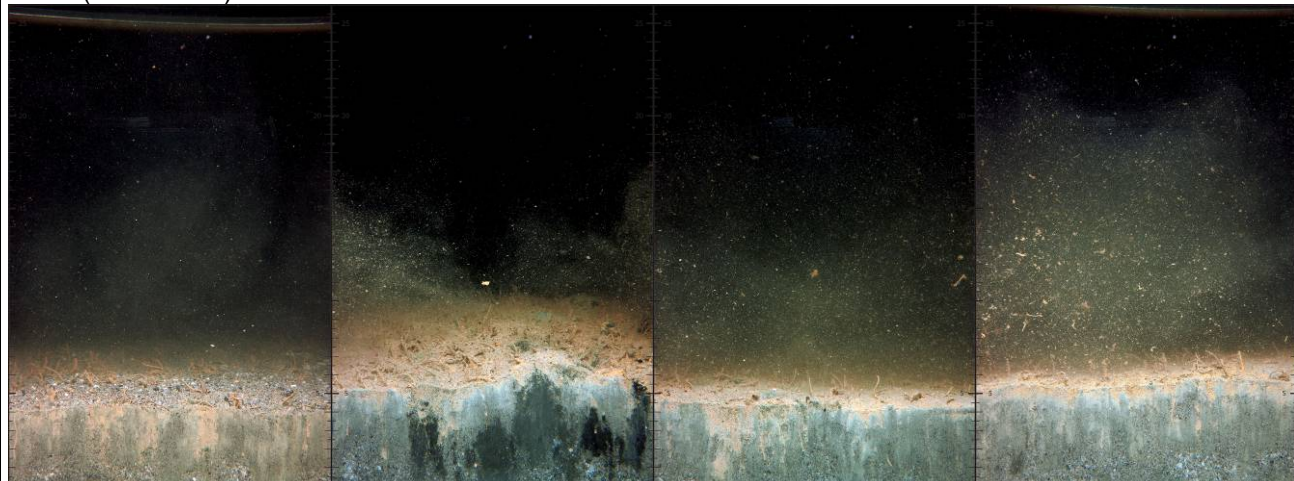
SPI65(12.05.2009)



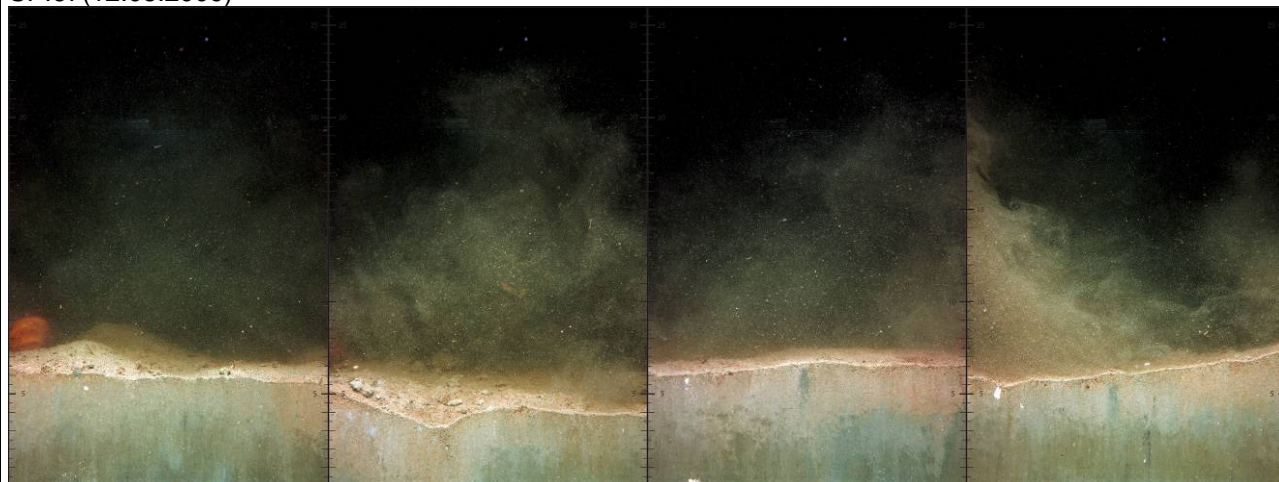


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

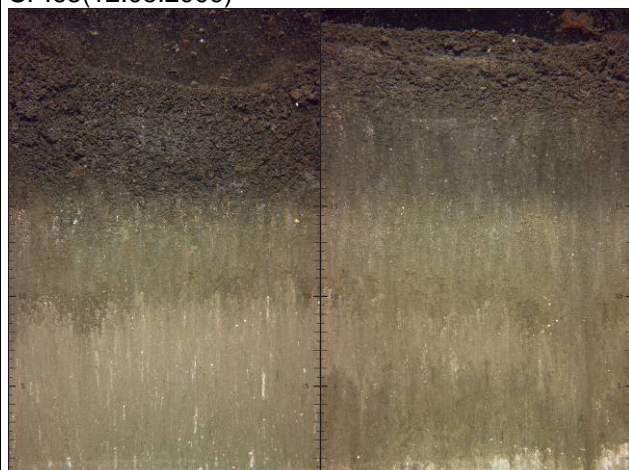
SPI66(12.05.2009)



SPI67(12.05.2009)



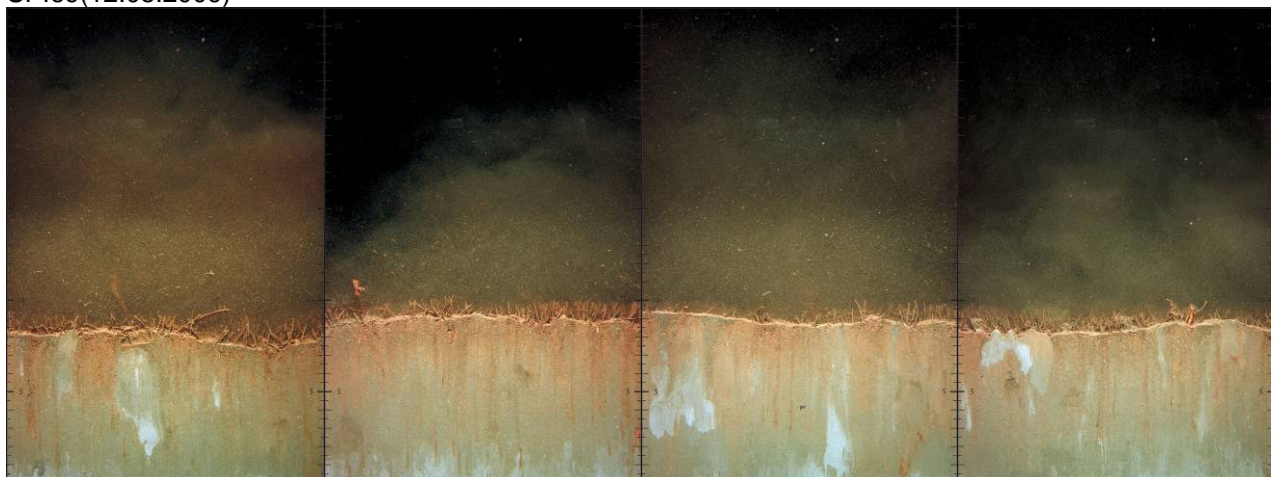
SPI68(12.05.2009)



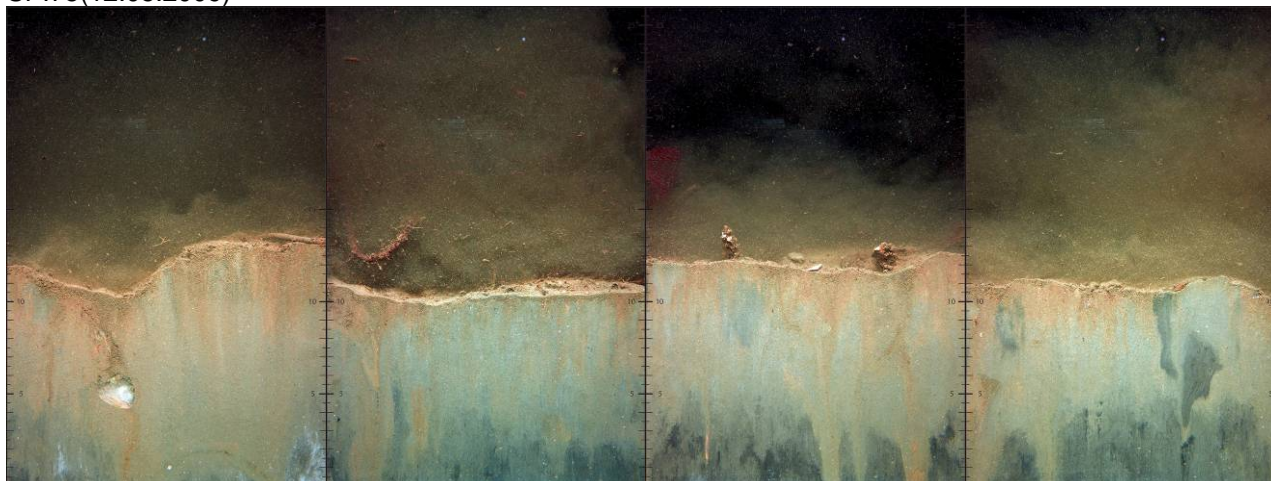


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

SPI69(12.05.2009)



SPI75(12.05.2009)



SPI105(08.05.2009)

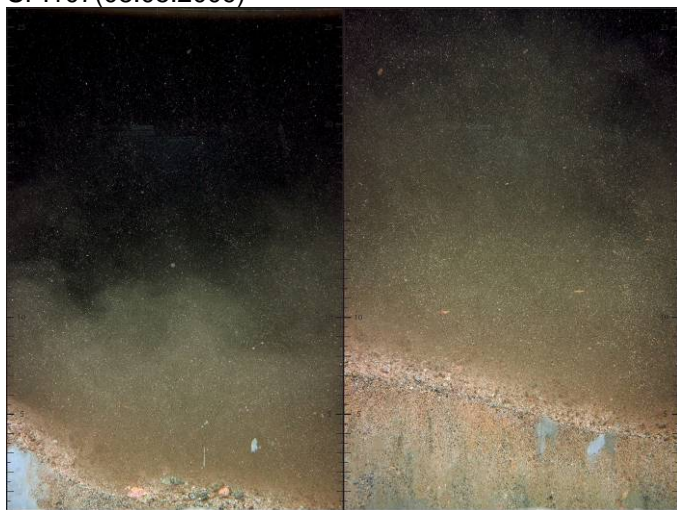
Ingen bilder

SPI106(08.05.2009)

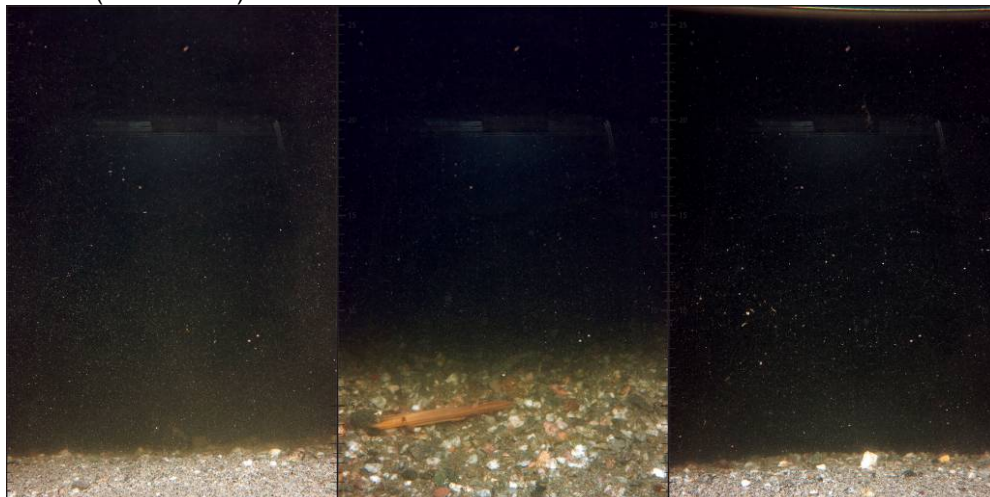




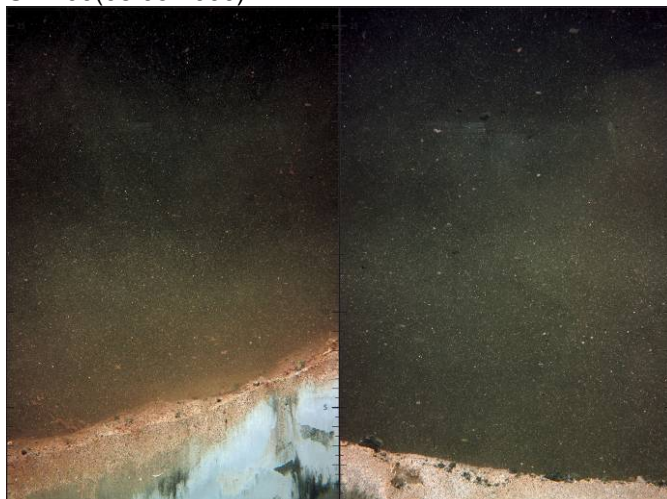
SPI107(08.05.2009)



SPI108(08.05.2009)

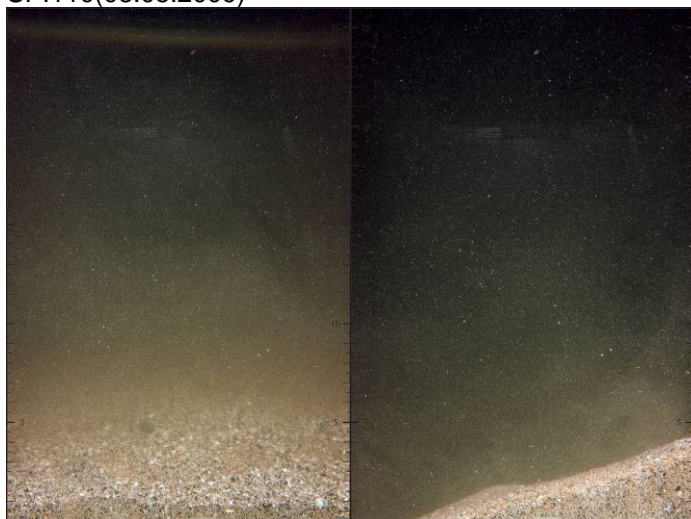


SPI109(08.05.2009)

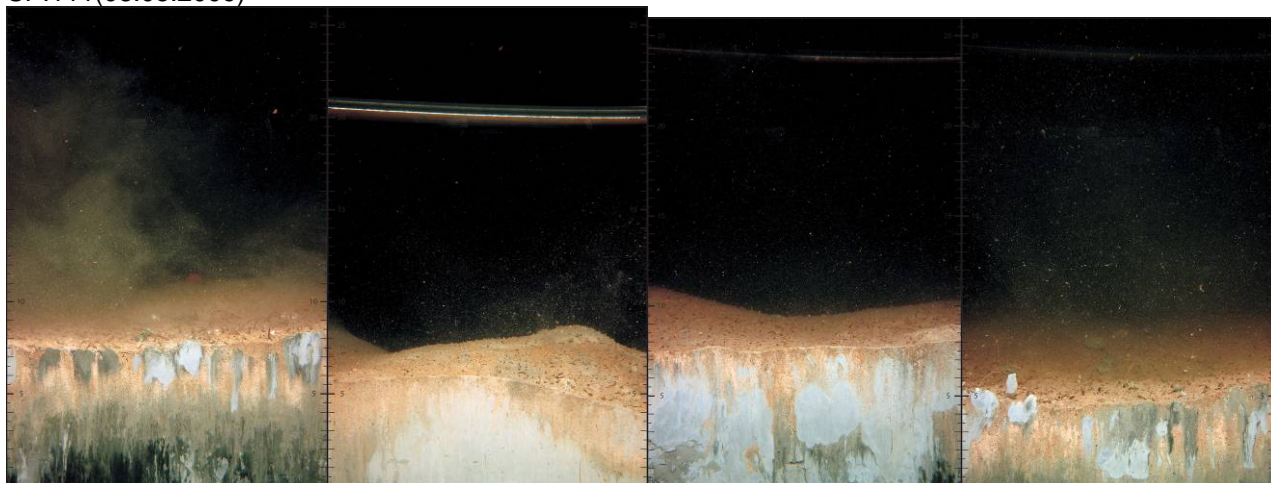


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

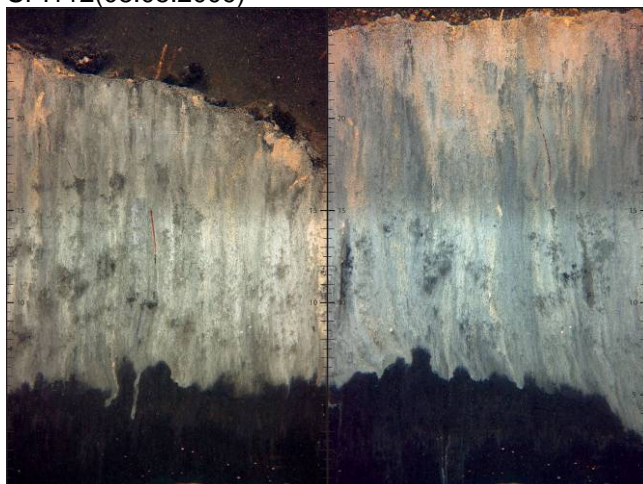
SPI110(08.05.2009)



SPI111(08.05.2009)



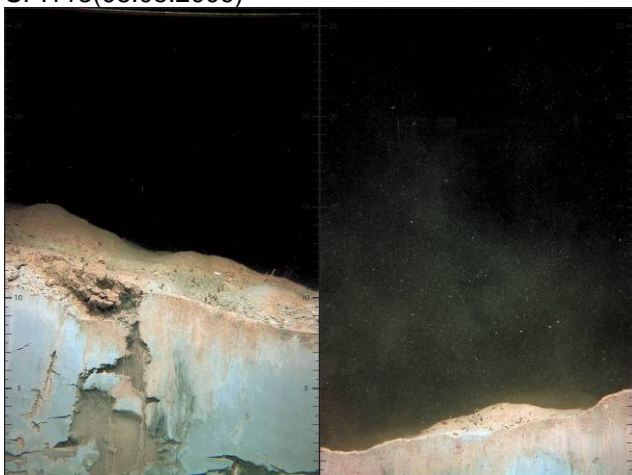
SPI112(08.05.2009)



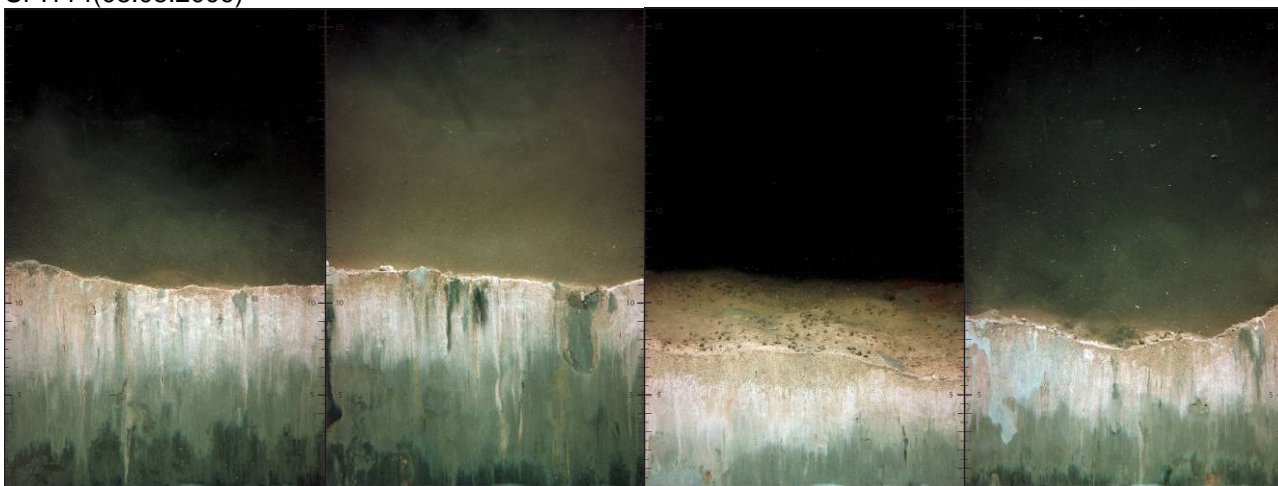


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

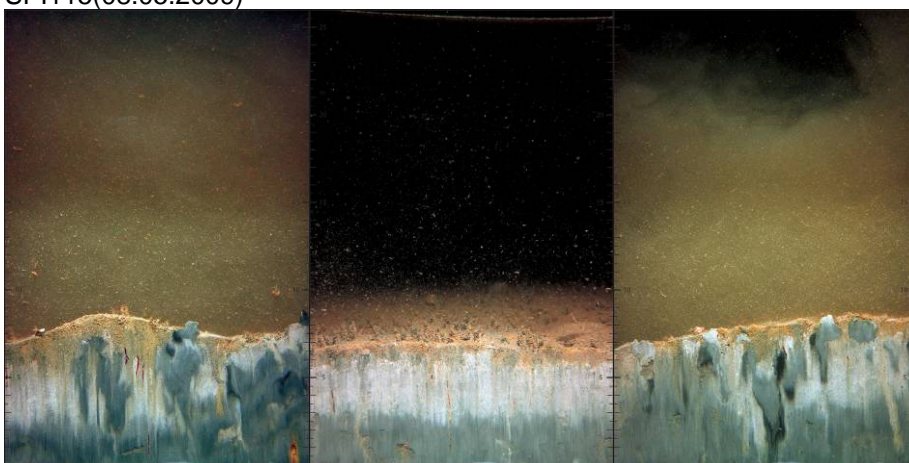
SPI113(08.05.2009)



SPI114(08.05.2009)

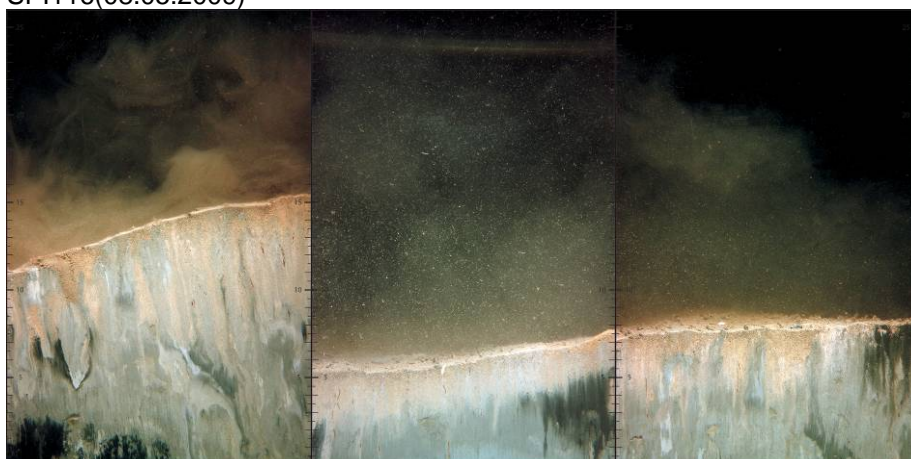


SPI115(08.05.2009)

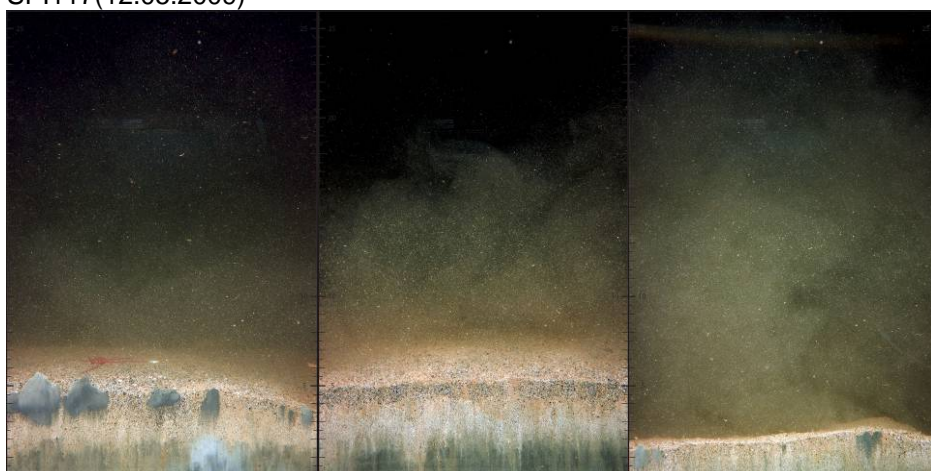


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

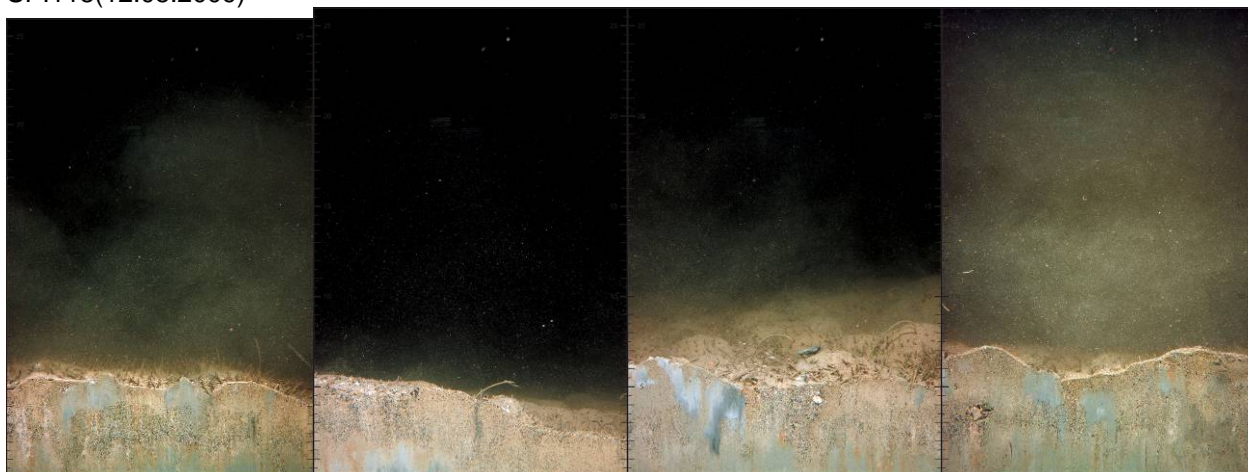
SPI116(08.05.2009)



SPI117(12.05.2009)



SPI118(12.05.2009)



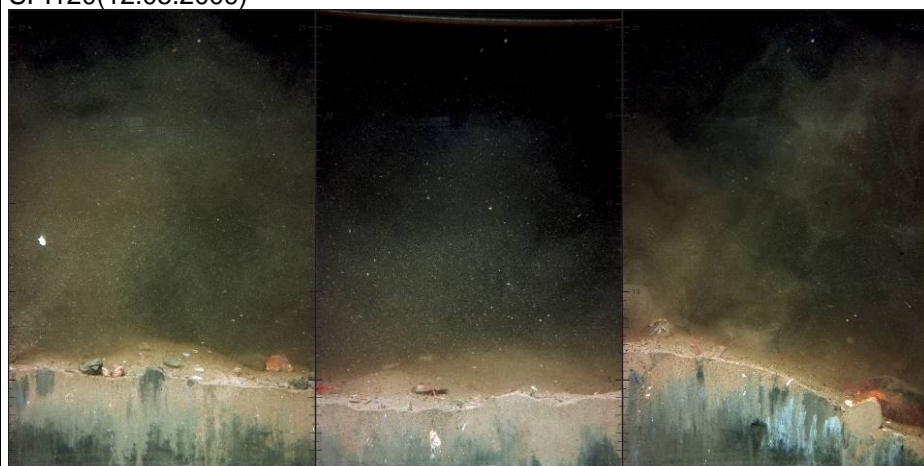


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

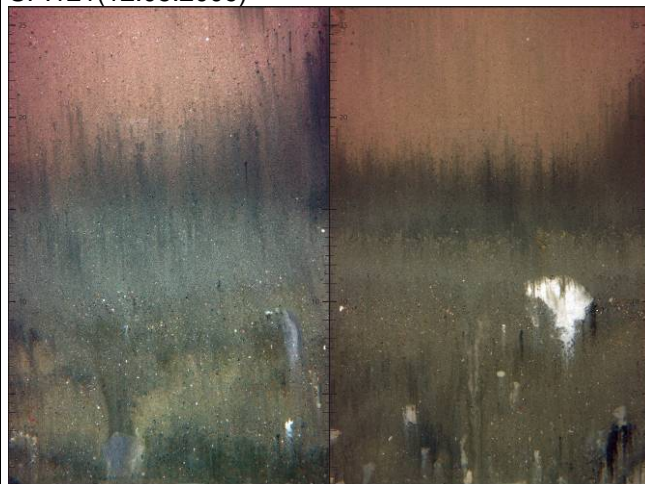
SPI119(12.05.2009)



SPI120(12.05.2009)

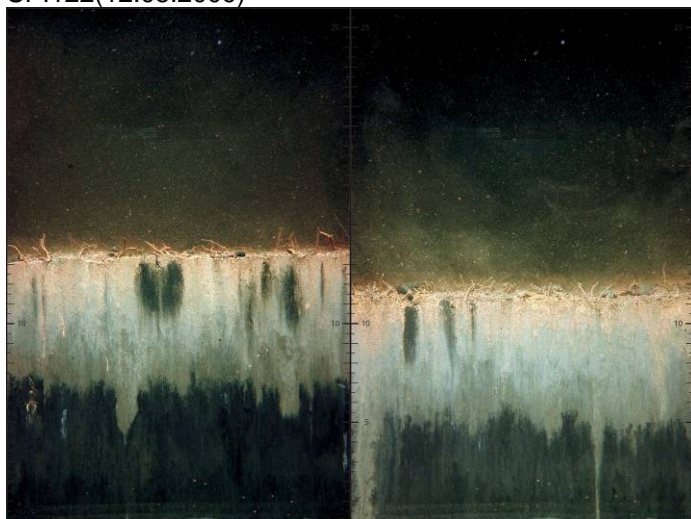


SPI121(12.05.2009)

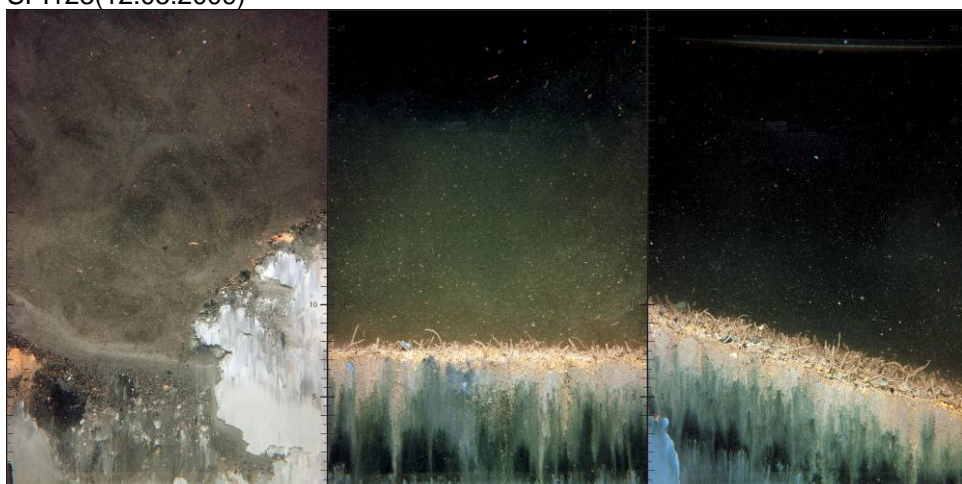


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

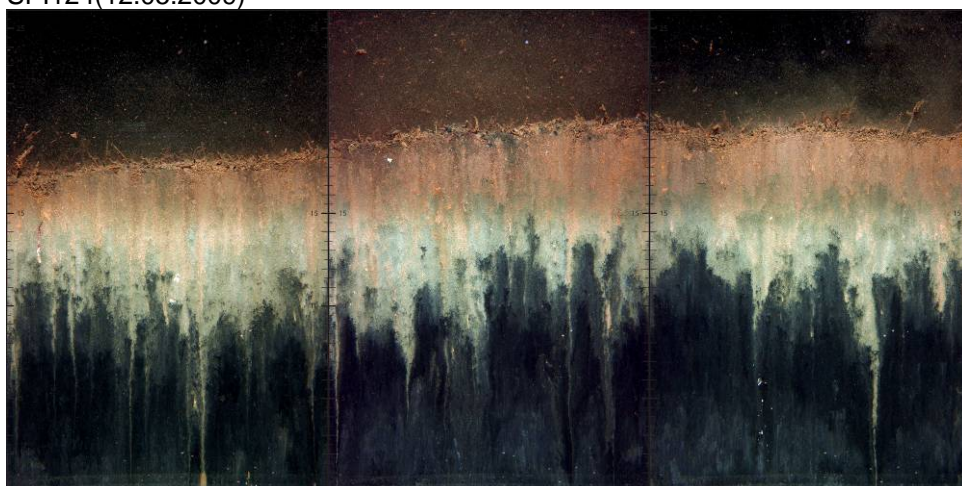
SPI122(12.05.2009)



SPI123(12.05.2009)



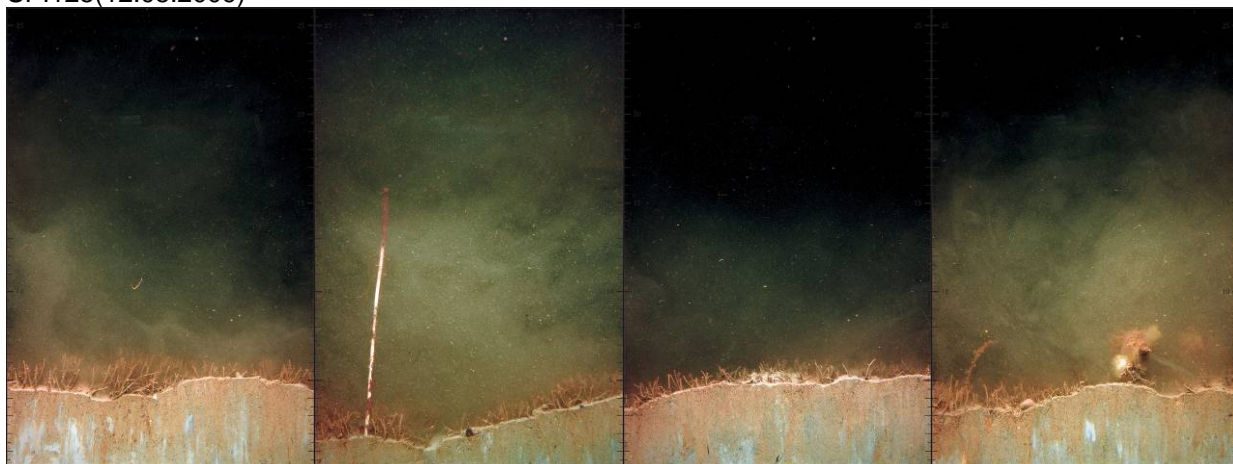
SPI124(12.05.2009)



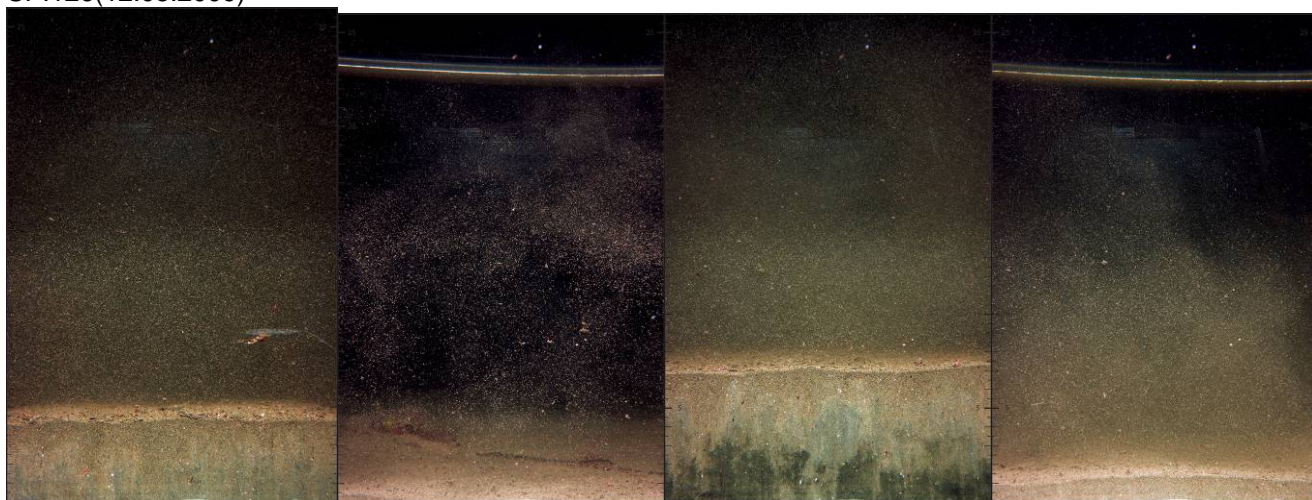


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

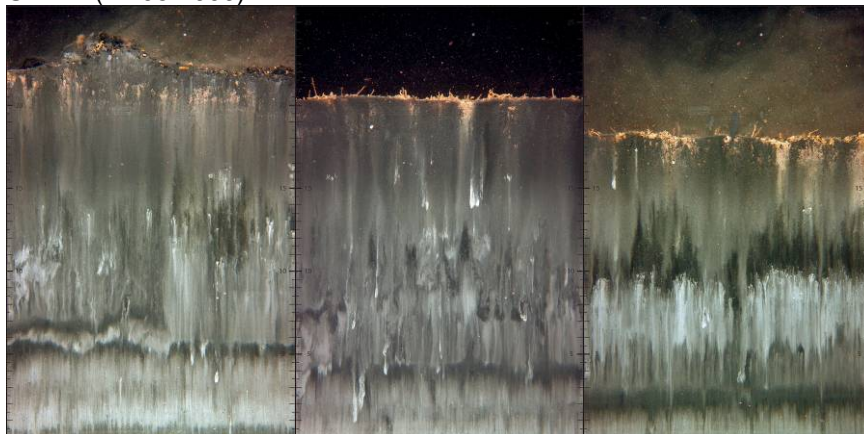
SPI125(12.05.2009)



SPI126(12.05.2009)



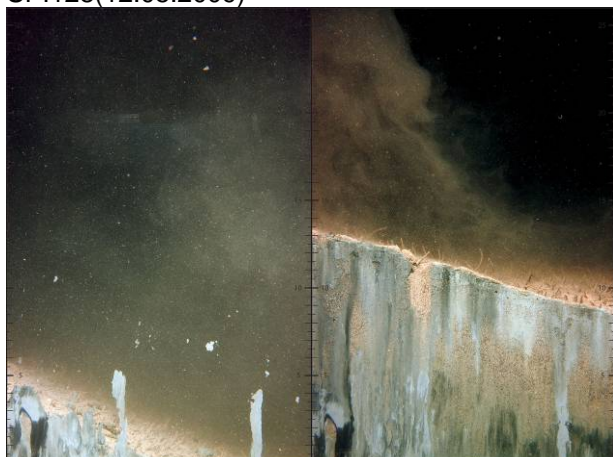
SPI127(12.05.2009)



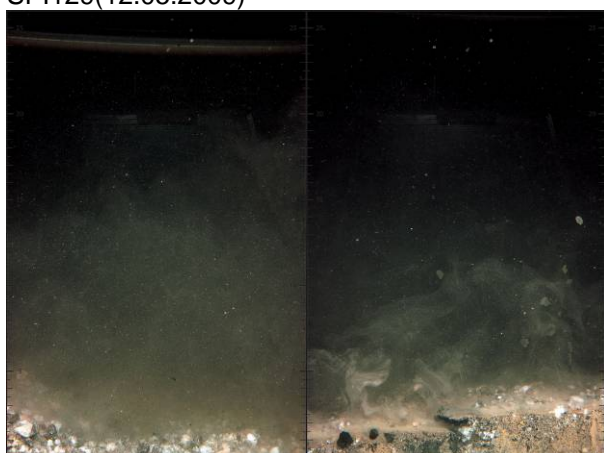


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

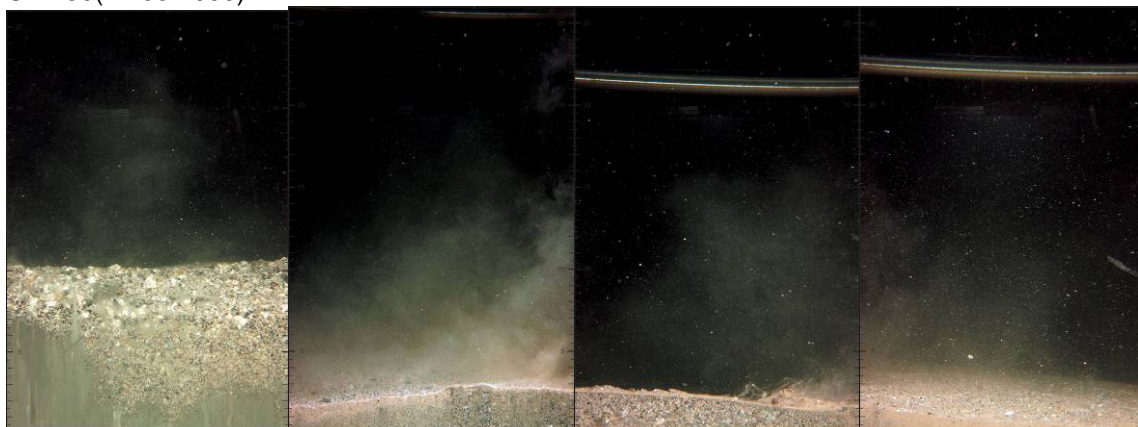
SPI128(12.05.2009)



SPI129(12.05.2009)

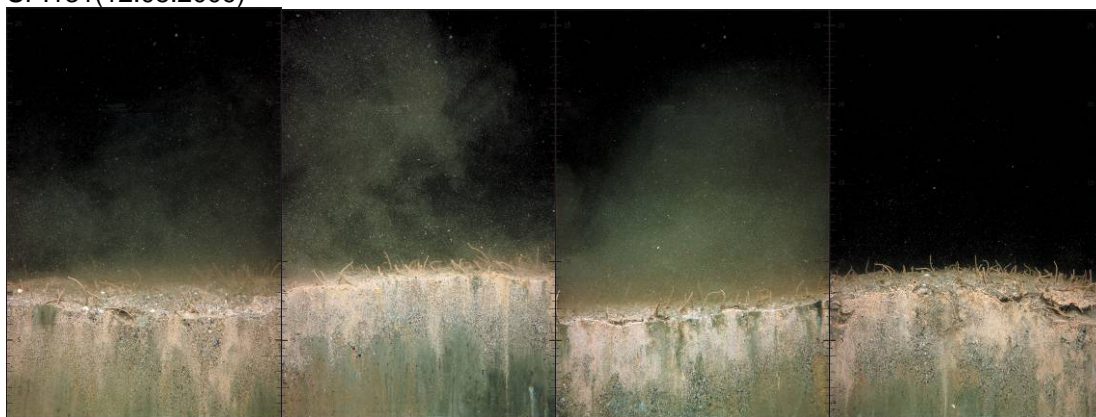


SPI130(12.05.2009)

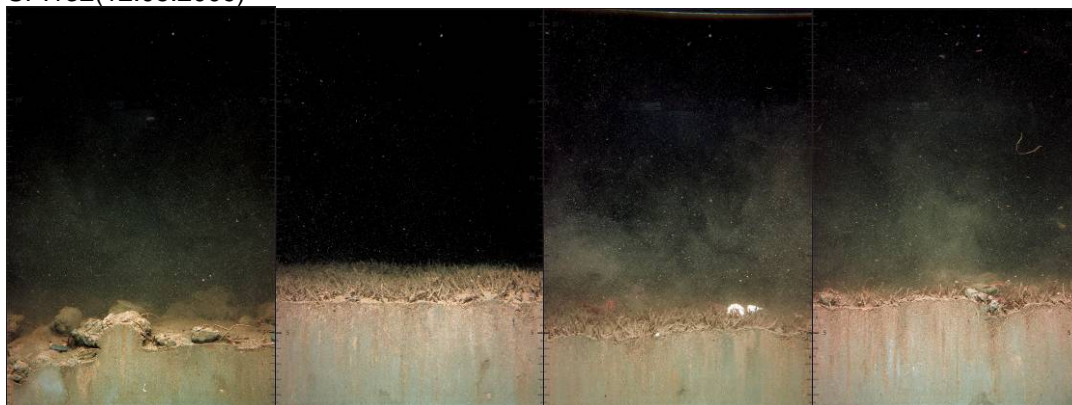


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

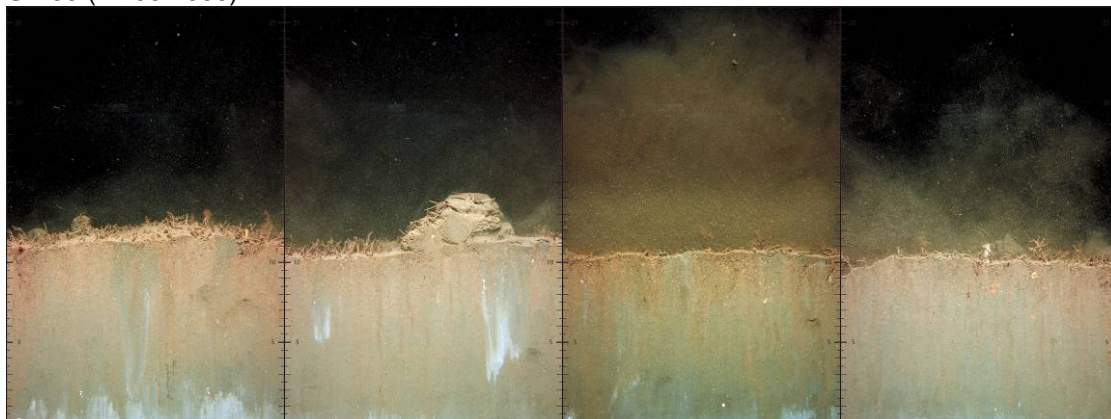
SPI131(12.05.2009)



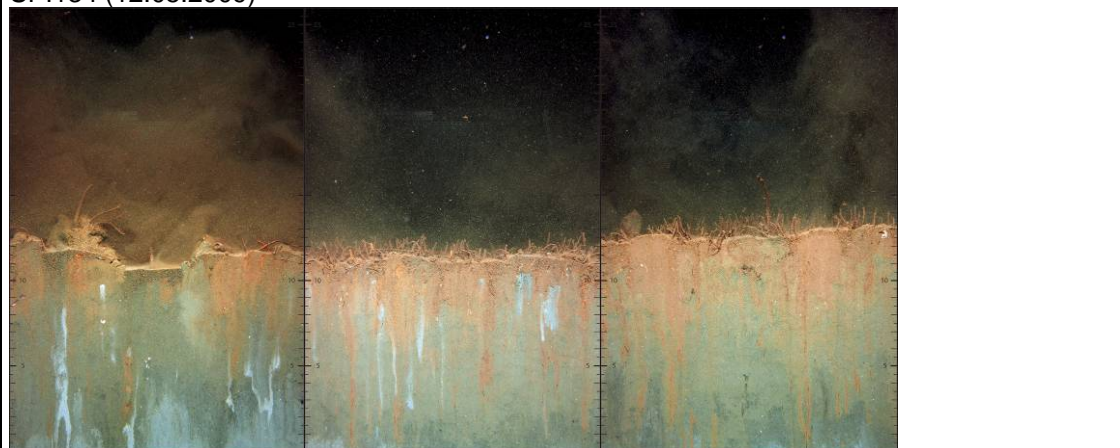
SPI132(12.05.2009)



SPI33 (12.05.2009)



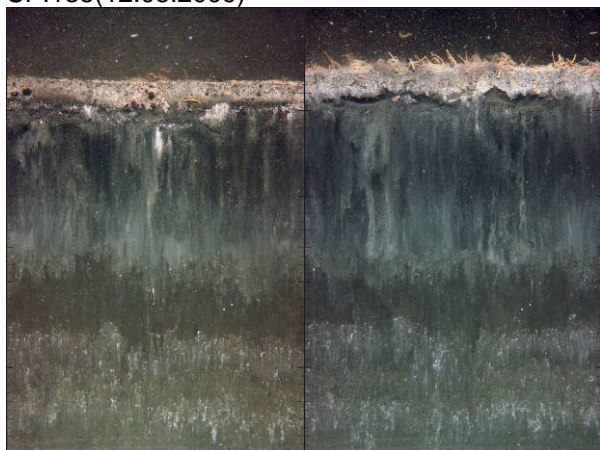
SPI134 (12.05.2009)





Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

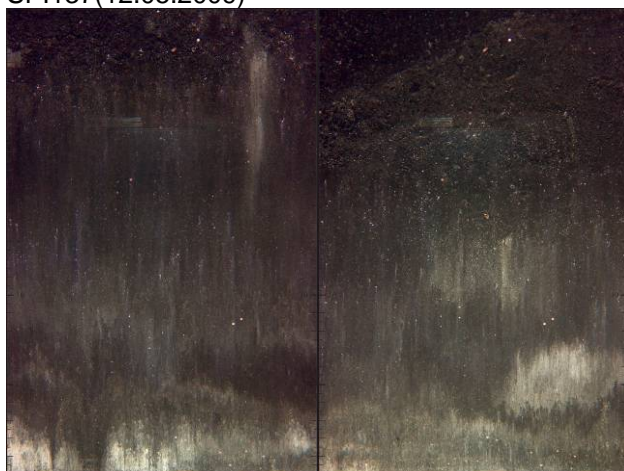
SPI135(12.05.2009)



SPI136(12.05.2009)

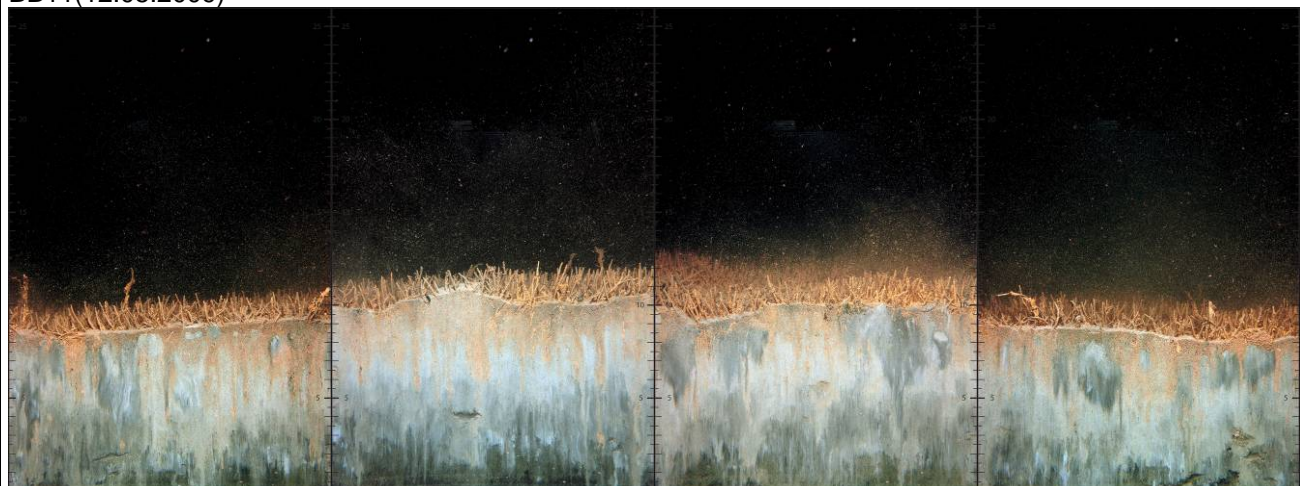


SPI137(12.05.2009)

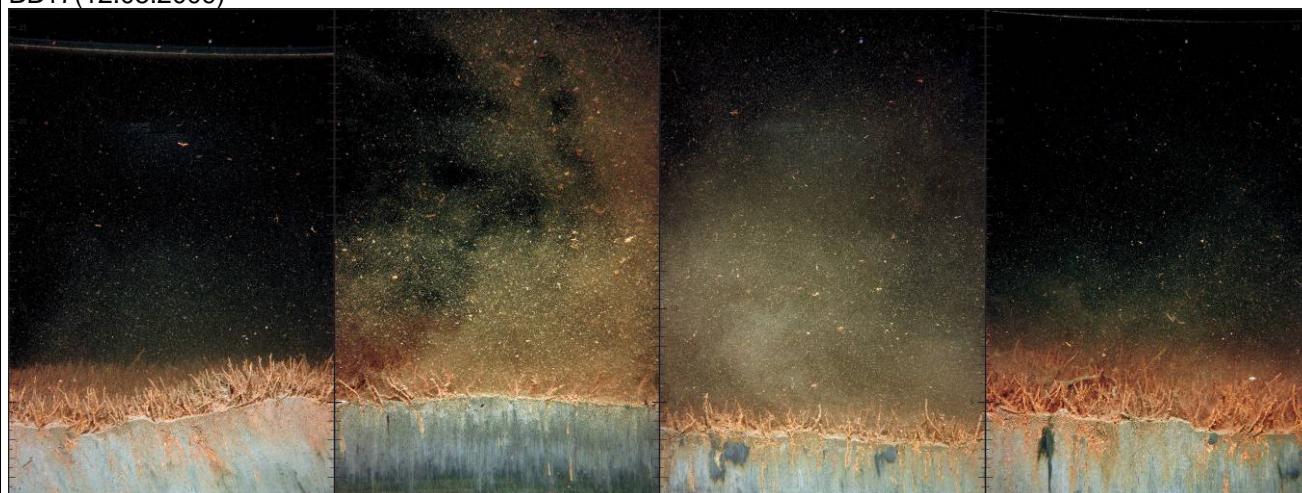


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

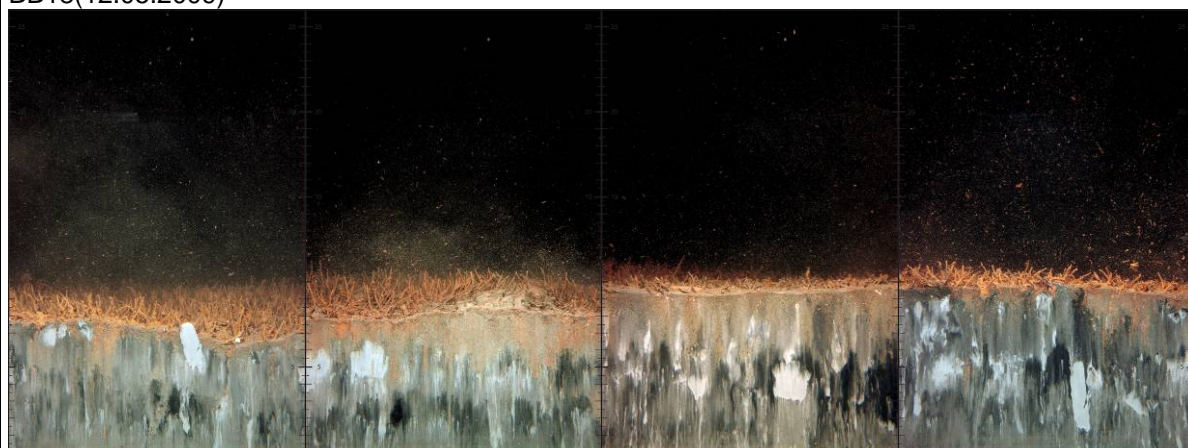
BB11(12.05.2009)



BB17(12.05.2009)



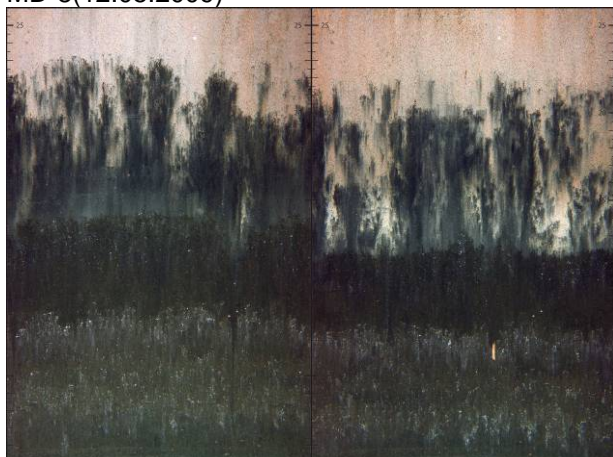
BB18(12.05.2009)



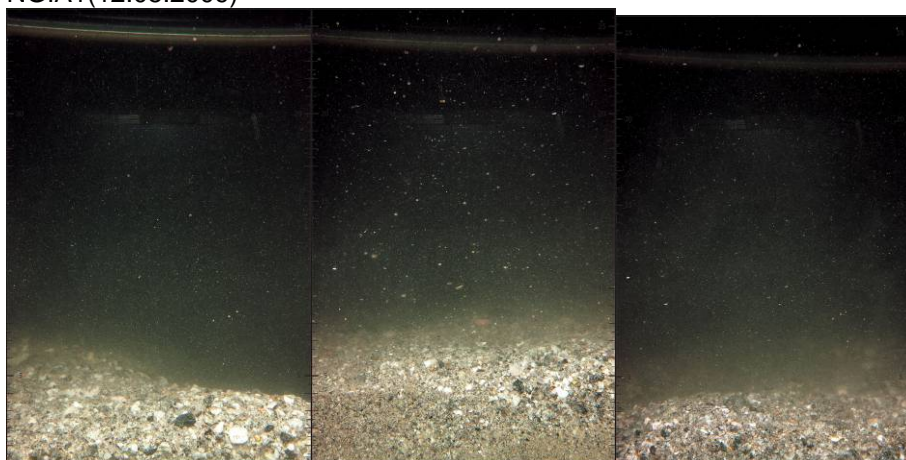


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

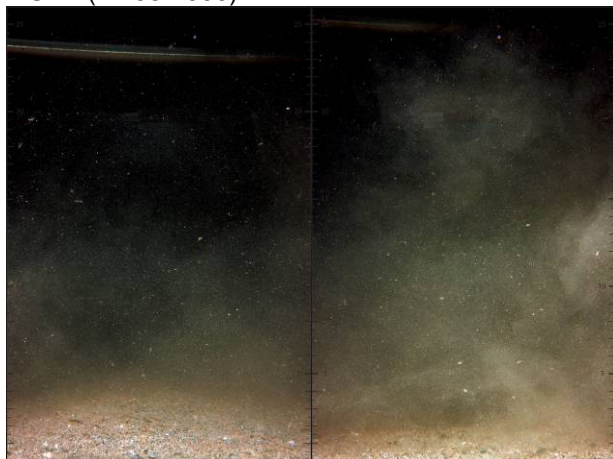
MD-8(12.05.2009)



NGIA1(12.05.2009)



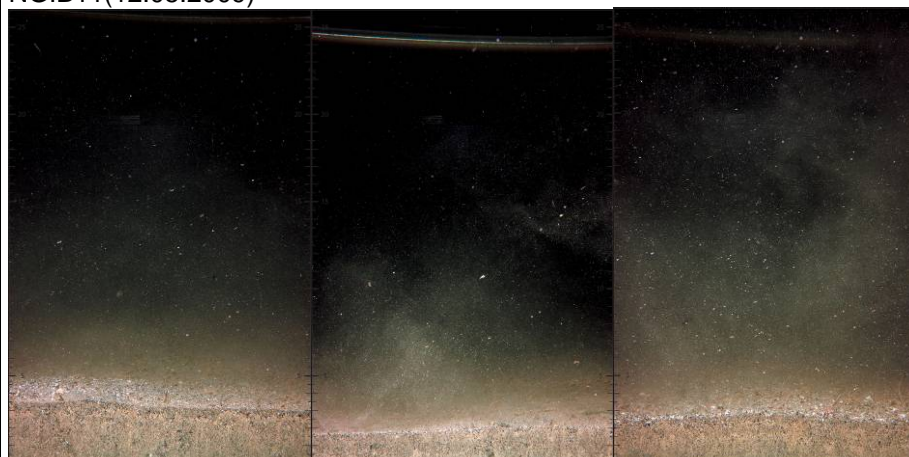
NGIA4(12.05.2009)



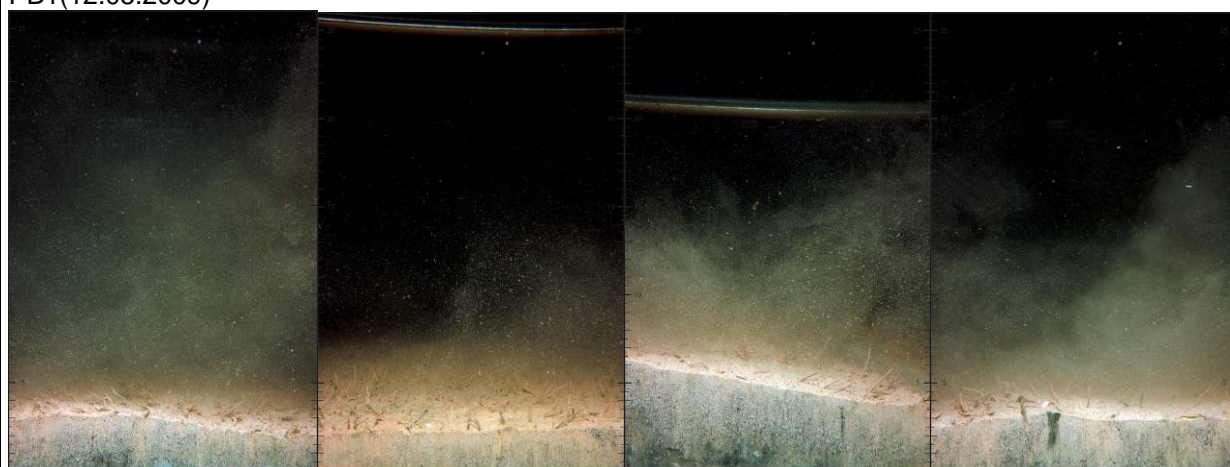


Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilde (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring og tildekking i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven - 2009 (TA-2638/2010)

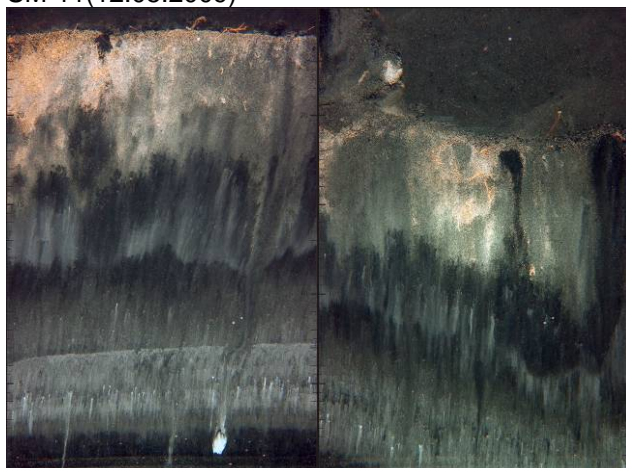
NGIB11(12.05.2009)



PB1(12.05.2009)



SM-11(12.05.2009)





## KLIMA- OG FORURENSNINGS- DIREKTORATET

Klima- og forurensningsdirektoratet  
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo  
Besøksadresse: Strømsveien 96  
Telefon: 22 57 34 00  
Telefaks: 22 67 67 06  
E-post: [postmottak@klif.no](mailto:postmottak@klif.no)  
Internett: [www.klif.no](http://www.klif.no)

Utførende institusjon: Norsk institutt for vannforskning	Kontaktperson Klif: Marit Ruge Bjærke/Ingrid Aarre	ISBN-nummer 978-82-577-5655-0
---	---	----------------------------------

	Avdeling i Klif: Tilsynsavdelingen, Sedimentseksjonen	TA-nummer TA 2638/2010
--	--	---------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Hans C Nilsson/John Arthur Berge	År 2010	Sidetall 59	Klifs kontraktnummer 5009036
--	------------	----------------	---------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA rapport nr. 5920-2010	Prosjektet er finansiert av Statens forurensningstilsyn
--	--

Forfatter(e) John Arthur Berge og Hans C. Nilsson
Tittel - norsk og engelsk Kartlegging av sjøbunn med sedimentprofilbilder (SPI) i indre Oslofjord knyttet til mudring i Oslo havn og dypvannsdeponering ved Malmøykalven – 2009. Monitoring of the sea bed in the inner Oslofjord by use of SPI, in connection with dredging in the Oslo harbour area and deep water disposal at Malmøykalven – 2009.
Sammendrag – summary Overvåkingen med sedimentprofilfotofering (SPI) skal dokumentere eventuell avsetning av muddermasser i randområdene, til mudringsområdet og til dypvanndeponiet under anleggsperioden, samt forandringer i fauna og sedimentstruktur. Bunnforholdene i området varierte i 2009 mellom <i>meget god</i> og <i>meget dårlig</i> . En tydelig dybdegradient ble observert med dårligere forhold på større dyp. Forholdene i de dypere delene av det studerte områdene som ikke var direkte påvirket av anleggsarbeidet (mudring-, tildekking-, deponi-områder ) var i 2009 i hovedsak likt de som ble observert i 2008 og 2007, men noe dårligere en i 2006. I visse områder (Bjørvika, Rådhuskaia og dypvannsdeponiet ved Malmøykalven) fremkom tydelige spor av fysisk forstyrrelse på bunnen etter mudring, tildekking og deponering. Slike forstyrrelser er som forventet som en konsekvens av anleggsvirksomheten. Den største observerte forskjellen mellom 2008 og 2009 er tildekkingen av deponiområdet som har gitt betydelig mer stabile sedimenter. Tildekkingsarbeidet var ikke ferdig i mai 2009 på det tidspunkt SPI-bildene ble tatt og i deler av deponiområdet var overflatesedimentene fremdeles blandede med underliggende sediment uten full overdekking. Nye undersøkelser i mudring- og tildekkings- og deponiområde vil kunne dokumentere om det finner sted en videre endringer i fauna og sedimentstruktur.

4 emneord Overvåking Oslo havn Malmøykalven Dypvannsdeponi	4 subject words Monitoring Oslo harbour Malmøykalven Deep water disposal
--	--



## **Klima- og forurensningsdirektoratet**

Postboks 8100 Dep,  
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: [postmottak@klif.no](mailto:postmottak@klif.no)

[www.klif.no](http://www.klif.no)

## **Om Klima- og forurensningsdirektoratet**

Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) er fra 2010 det nye navnet på Statens forurensningstilsyn. Vi er et direktorat under Miljøverndepartementet med 325 ansatte på Helsefyrtårnet i Oslo. Direktoratet arbeider for en forurensningsfri framtid. Vi iverksetter forurensningspolitikken og er veiviser, vokter og forvalter for et bedre miljø.

Våre hovedoppgaver er å:

- redusere klimagassutslippene
- redusere spredning av helse- og miljøfarlige stoffer
- oppnå en helhetlig og økosystembasert hav- og vannforvaltning
- øke gjenvinningen og redusere utslippene fra avfall
- redusere skadevirkningene av luftforurensning og støy

TA-2638 /2010