Notat

18-10-2016

Udarbejdet for:
Rudersdal Kommune
og
Naturstyrelsen

NATURFOCUS
Christian B. Hvidt
Tlf. direkte: 75757610
E-mail: cbh@naturfocus.com
Dok. P306 01 003 Report.docx
Antal sider: 9

Sag : **Screening for sedimentfjernelse i Søllerød Sø og Vejlesø.**

Emne : **Undersøgelse af forekomst af kulturpåvirket sediment.**

Indholdsfortegnelse

1 Baggrund 1
2 Metoder og udførelse 2
2.1 Indsamling af seismisk data. 2
2.2 Analyse af seismisk data 4
3 Resultater og diskussion 6
4 Referencer 8

Projektleder:	Christian B. Hvidt
Forfatter:	Christian B. Hvidt
Grafik:	Christian B. Hvidt
Dataindsamling og foto:	Rune Frederiksen Christian B.Hvidt

1 Baggrund

Som led i projektet "Rent vand i Mølleå-systemet" er det et ønske at få estimeret mængden af fosforholdigt, kulturpåvirket sediment i Søllerød Sø og Vejlesø. Formålet hermed er, eventuelt at fjerne det kulturpåvirkede sediment i bestræbelsen på at opnå en bedre vandkvaliteten i Søllerød Sø og Vejlesø. Både Søllerød Sø og Vejlesø har tidligere modtaget store mængder fosfor med spildevand og formodes at have en stor pulje af potentielt, mobilt fosfor akkumuleret i sedimentet.

Sedimentet i Søllerød Sø (13,4 ha) og Vejlesø (16,5 ha) er i 2009 undersøgt for blandt andet indhold af fosfor (P), hvor der blev fundet store aflejringer af total-P og mobilt P i de øverste lag i sedimentet /1/.

Nærværende notat omhandler en undersøgelse af udbredelse og forekomst af kulturpåvirket sediment i Søllerød Sø og Vejlesø foretaget ved hjælp af seismisk data, der er indsamlet med CHIRP akustisk Sub Bottom Profiler (SBP). I den forbindelse er kulturpåvirket sediment defineret som værende det aflejrede sediment, hvor den fosforholdige, organiske del er under nedbrydning. Typisk er dette lag strukturmæssigt af løsere karakter og efterhånden som den organiske del aftager med dybden i det aflejrede materiale, optræder sedimentet mere kompakt og grovere.

2 Metoder og udførelse

2.1 Indsamling af seismisk data.

I perioden 31. marts til 2. april 2016 indsamledes seismiske data af sedimentlag i Søllerød Sø og Vejlesø ved hjælp af et kompakt og mobilt seismik-system. Der blev anvendt en Knudsen Pinger SBP dual-frekvens CHIRP reflektionssystem med 14 KHz til seismik og 200 KHz til at sikre vertikal fastlæggelse af sedimentets overflade/ søbunden, foto 1.



Foto 1. Knudsen Pinger SBP CHIRP Sub Bottom Profiler opereret fra en RIB.

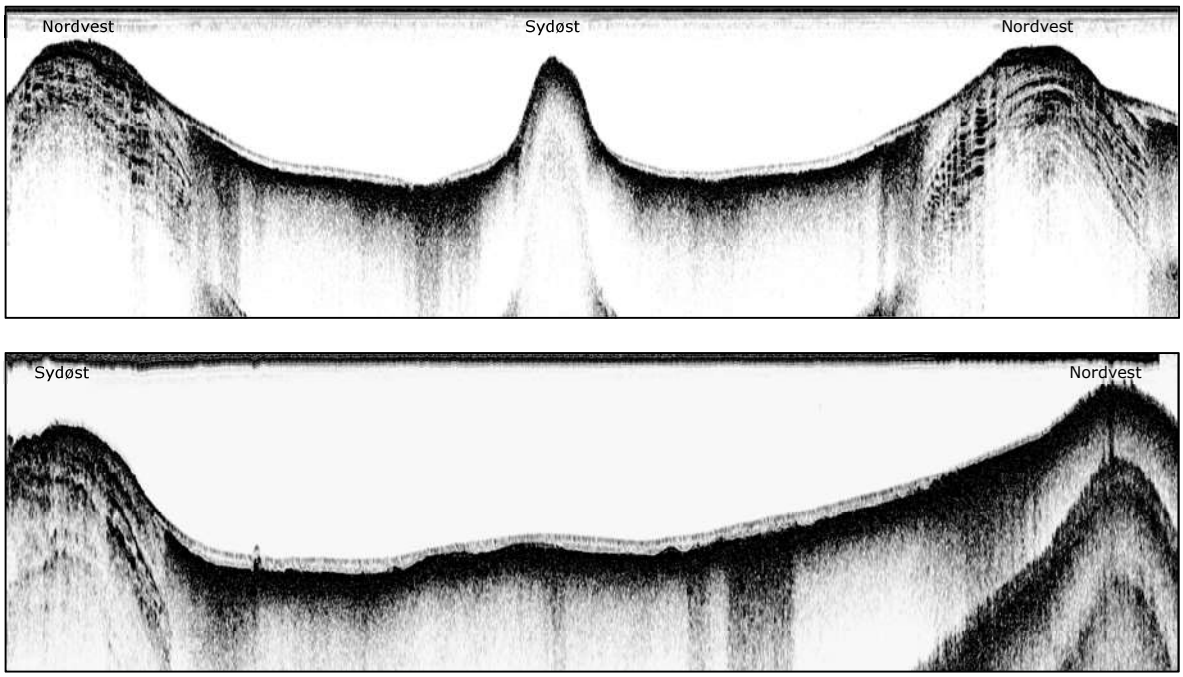
Begge søer blev gennemsejlet under optagelse af de seismiske data i et netværk af sejllinjer som vist i figur 1.



Figur 1. Sejllinjer på hvilke der er foretaget indsamling af seismiske data ved ekkolodning med Sub Bottom profiler i henholdsvis Søllerød Sø (venstre) og Vejlesø (højre. Farverne på sejlinjerne gengiver dybdeforholdene i søerne, hvor rød er lavest og grøn til blå dybest.

Systemets data opsamledes ved hjælp af en laptop med accusition-softwaren SounderSuite-USB, hvor ekkogrammer af seismiske og dybdedata med tilhørende GPS positioner blev vist og logget digitalt. De seismiske profiler gengiver tydeligt hårde sedimentlag på stærk skrånende søbund, hvor der primært er sket en aflejring af tungere, fast materiale på den oprindelige bund, og en mere difus lagdannelse på de dybere partier, hvor lettere materiale har kunnet sedimentere, figur 2. På den stærkt skrånende søbund glider det lettere materiale af, hvorfor tykkelsen af det lettere, difuse lag øges med aftagende hældning af søbunden. De akustiske signaler "backscatter" fra

de de dybere partier er kendetegnet ved et øvre lag med relativt svagt signal, d.v.s. løst sediment og herunder et generelt stærkere men difust signal, hvor der ikke direkte kan defineres konkrete lagadskillelse.



Figur 2. Seismisker profiler med geografisk orientering af søbred fra to sejllinjer i Søllerød Sø (øverst) og én sejlinje i Vejlesø (nederst). Profilerne viser en tydelig lagdeling af sedimentet på stærk skrånende søbund og et mere difust lag på dybere, jævn søbund.

Til at beskrive sedimentet og kalibrere de seismiske data til bestemmelse af det kulturpåvirkede sediment blev der i hver sø med Kajak-bundhenter indsamlet seks sedimentkerner spredt over søernes dybere partier. De indsamlede sedimentkerner er taget på positioner der ligger på sejllinjer, hvor der er indsamlet seismisk data. Sedimentkernerne blev visuelt analyseret og opmålt med henblik på at fastlægge skel mellem forskellige sedimentlag, foto 2.

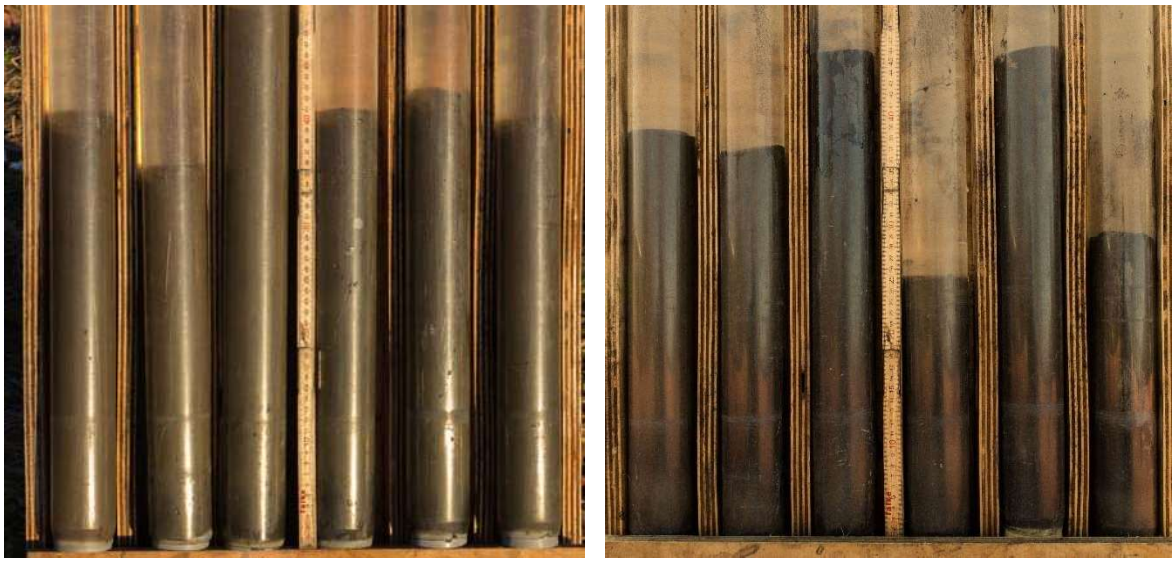


Foto 2. Sedimentkerner hentet med Kajak bundhenter i henholdsvis Søllerød Sø (venstre) og Vejlesø (højre).

I Søllerød Sø var sedimentkernerne op til en længde af 52 cm og i Vejlesø 46 cm. Sammenfaldende for sedimentkernerne er, at den øverste del af kernen har karakter som brunligt, slamagtigt, vandholdigt og løst gytje efterfulgt af et mørkere, fastere gytjelag iblandet lidt silt og med udprægede lommer af gas. Det øverste løse lag kan ikke fuldstændigt tilbageholde den gas, som produceres under organisk nedbrydning, mens det fastere, dybere lag bedre fastholder gasser. De to beskrevne sedimentlag betegnes i det følgende som henholdsvis sediment-type 1 og sediment-type 2. De to sediment-typers forskelle i struktur afspejles i analysen af de seismiske data og kan være af teknisk betydning ved eventuel fjernelse af det kulturpåvirket sediment.

Umiddelbart virkede sedimentkernerne uforstyrrede, men både sediment på Kajak-instrumentets lukkeanordning, godt 1 m fra Kajak-rørets åbning, og de seismiske profiler fra samme sted indikerer, at søjlerne er komprimeret under prøvetagningen. Det er kendt, at prøvetagning med Kajak i løst sediment ofte komprimere prøverne som følge af blandt andet friktion mod rørets inderside. Sedimentkernerne kan derfor ikke direkte anvendes til kalibrering af de seismiske data, men giver alene en ide om ændringer i sedimetlag.

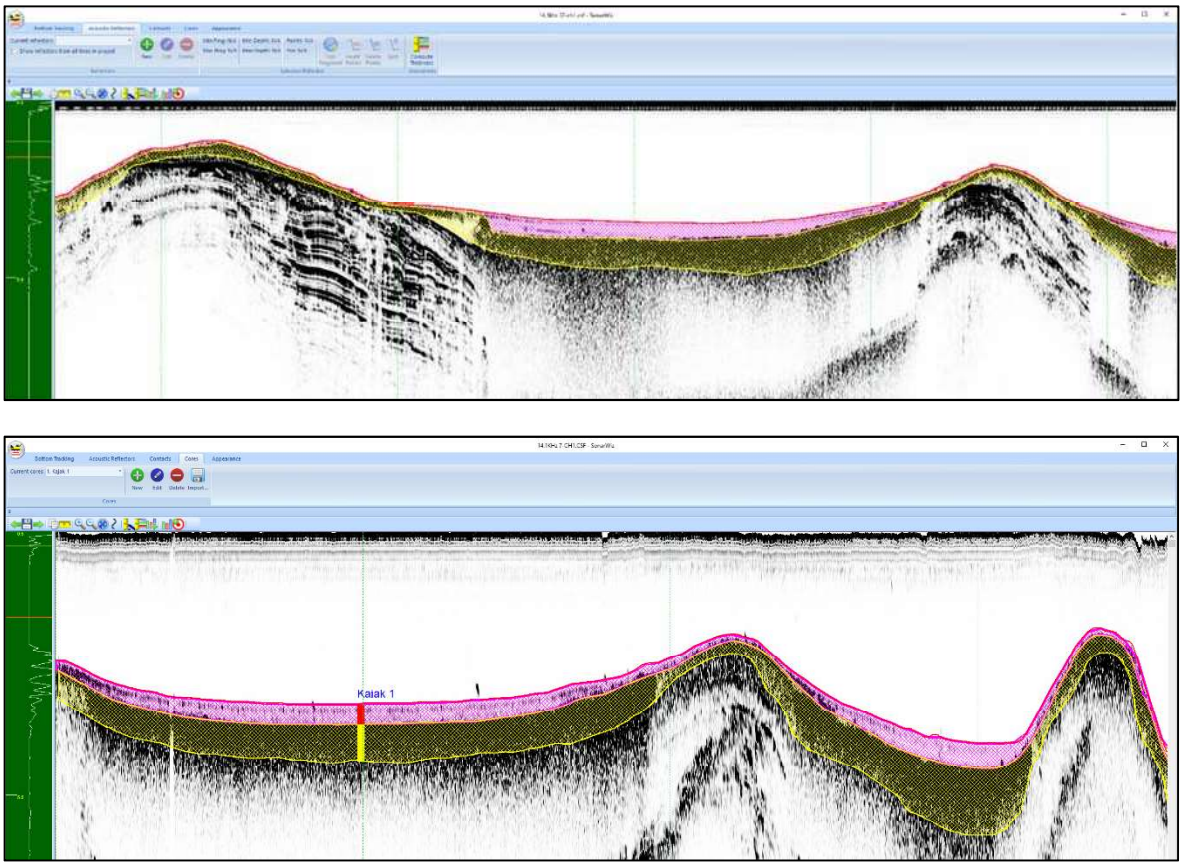
Ud over Kajak-prøverne blev der foretaget enkelte simple kontrolpejlinger ved manuel nedstikning af en stage til bunden følte fast. Sidst nævnte kalibreringsmetode var kun muligt at udføre på lavere vanddybder og giver primært en indikering om, hvor den oprindelige søbund ligger, idet aflejringer af let organisk materiale er begrænset grundet turbulens i vandet og stærkt skrånende søbund.

2.2 Analyse af seismisk data

Post-processeringen og analyse af de sismiske data blev foretaget med analyse-applikationen SonarWiz 6. Sedimentets overflade, svarende til overfladen af sedimentlaget karakteriseret som sediment-type 1 eller søbunden, blev detekteret automatisk ved analyse af "backscatter" signalet fra 200 KHz signalet i de seismiske profiler, figur 3. Outliers, som eksempelvis bundnære fisk, udjævnedes enten automatiskt eller manuelt. Overfladen af sedimentlaget karakteriseret som sediment-type 2 blev ligeledes detekteret automatisk, men ved analyse af det mere penetrerende "backscatter" signal fra 14 KHz signalet, figur 3, mens bunden af sediment-type 2 hovedsageligt blev fastlagt ved manuel inspektion af 14 KHz signalet. Ved foden af den stærkt skrånende søbund kunne bunden af sediment-type 2 tydeligt erkendes og detekteres automatisk, hvorimod på de dyberliggende, flade partier er "backscatter" signalet meget difust, som følge af den righoldige forekomst af gas i dette sedimentlag.

Med den faslæggelse af søbund, bund af sediment-type 1 og bund af sediment-type 2 er den vertikale udbredelse af henholdsvis sediment-type 1 og 2 og de to sediment-typer tilsammen fastlagt ved subtraktion i SonarWiz og eksporteret i et spatial filformat til videre behandling.

De spatiale data er efterfølgende behandlet i 3D GIS applikationen Engage 3D Pro. For hver af sedimentyperne og det samlede kulturpåvirkede sedimentlag er data samlet i et grid ved interpolation horisontalt og vertikal.



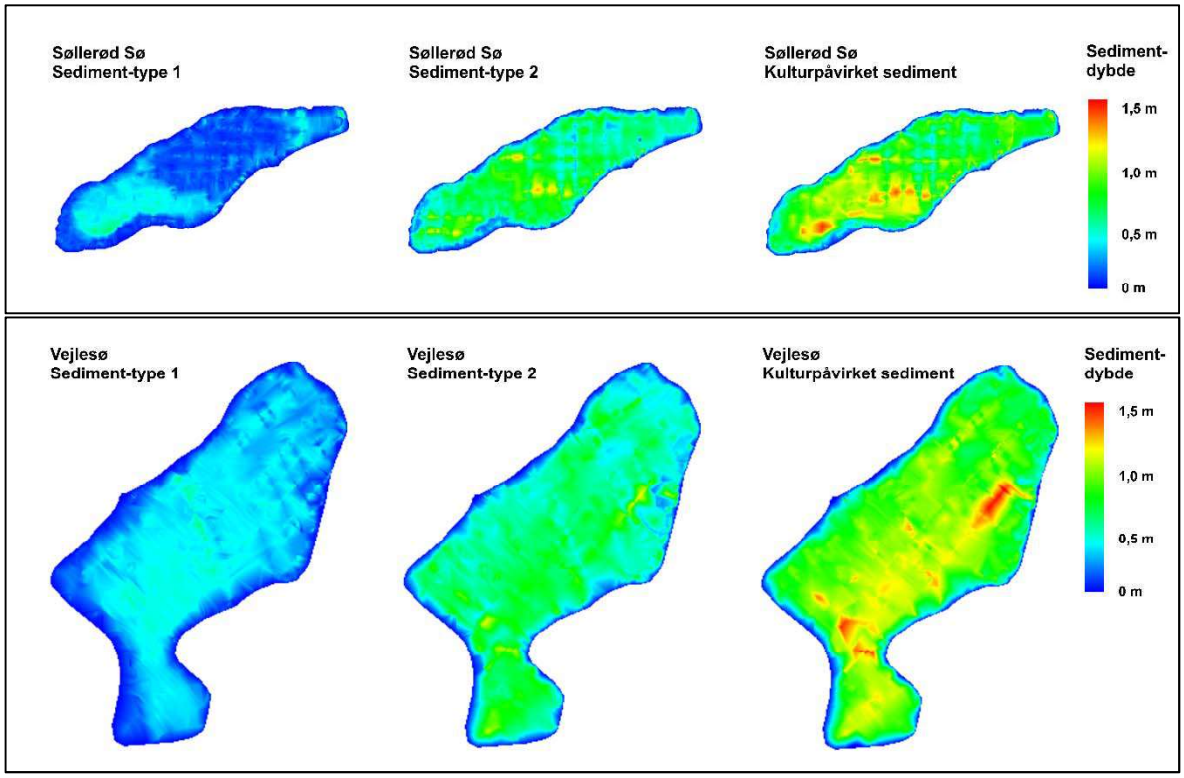
Figur 3. Seismiske profiler fra Søllerød sø (øverst) og Vejlesø (nederst) med detektion af søbund (rød linje) og tykkelsen af de kulturpåvirkede sedimentlag vist ved sediment-type 1 (lyserød) og sediment-type 2 (gul). I profilen fra Vejlesø er vist en vejledende værdi fra en Kajak-kerne.

Hvert af de spatiale grid er i Søllerød Sø afgrænset af en digitaliseret søbred ud fra ortofoto idet, der ikke kunne fremskaffes et tilfredstillende digitalt søkort. I Vejlesø er afgræsningen af grid fastlagt ved 2 meter dybdekurven.

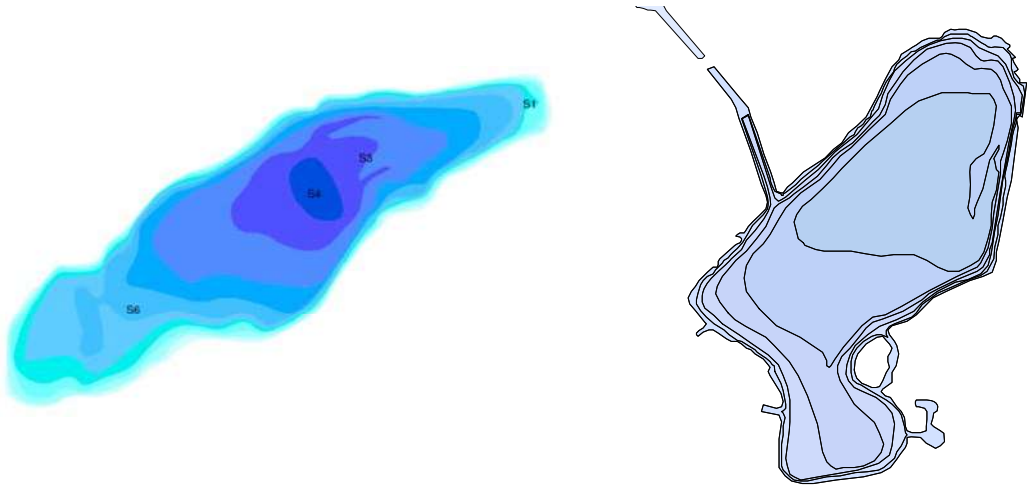
På baggrund af de spatiale grid er der ekstraheret en volumen for det totale grid svarende til volumen af hver sediment-type. De spatiale grid danner ligeledes grundlag for kortfremstilling af flade- og spatialudbredelse af kulturpåvirket sediment.

3 Resultater og diskussion

I figur 4 er for i Søllerød Sø og Vejlesø vist den beregnede, rumlige udbreddelse af de kulturpåvirkede sedimentlag beskrevet ved henholdsvis sediment-type 1, der er et slamagtigt, løst og vandholdigt gytjelag og sediment-type 2, der er et fastere gytjelag iblandet lidt silt og med betydelig forekomst af gasser. Den samlede beregnede, rumlige udbreddelse af kulturpåvirkede sediment i søerne svarer til summen af de to sediment-typer. Kortene i figur 4 afspejler kulturpåvirket sedimentudbredelse og ikke nødvendigvis forekomsten af fosfor.



Figur 4. Flade- og rumlig udbredelse af kulturpåvirket sediment i Søllerød Sø og Vejlesø, defineret ved sedimet-type 1 (venstre) og sediment-type 2 (midten) samt summen heraf svarende til udbredelsen af det totale kulturpåvirkede sediment.



Figur 5. Kort over dybdeforhold i Søllerød Sø (venstre) /1/ og Vejlesø (højre).

I Søllerød Sø er er det kulturpåvirkede sediment fordelt med det dybeste lag af sediment-type 1 ved indløbet i den østlige ende og udløbet i den vestlige ende, jævnfør figur 4 og 5. Bortset fra langs de stærkt skrånende søbringer er de dybereliggende lag af sediment-type 2 relativt jævnt fordelt over de dybere partier af søen nedenfor de stærkt skrånende søbrinker. I Vejlesø forholder fordelingen af kulturpåvirket sediment sig tilnærmelsesvis ligeså. Dog er fordelingen af sediment-type 1 mere jævnt fordelt, men fortsat med størst forekomst i den sydvestlige del af søen.

Årsagen til, at den største aflejring af sediment-type 1 findes i søernes sydvestlige dele, skyldes at den er læside for den fremherskende vestenvind og, hvor let materiale kan få ro til at sedimentere modsat de nordøstlige partier, hvor der forekommer turbulens i vandet.

Af tabel 1 fremgår de beregnede volumener af de kulturpåvirkede sedimentlag, sediment-type 1 og sediment-type 2.

Sediment		**Søllerød Sø**	**Vejlesø**
Type	Beskrivelse	Volumen m^3	Volumen m^3
Type 1	Slamagtigt gytje, løst og vandholdigt	27.711	41.504
Type 2	Gytje/silt med gasforekomst	75.314	77.208
Type 1 + 2	**Kulturpåvirket sediment**	**103.025**	**118.712**

Tabel 1. Volumenberegning af de kulturåvirkede sediment-typer 1 og 2 samt totalvolumen af kulturpåvirket sediment i henholdsvis Søllerød Sø og Vejlesø.

De beregnede volumener kan være behæftiget med nogen usikkerhed eftersom grundlaget er en interpolering mellem sejllinier, hvor der ikke er tages højde for eventuelle tykkere eller tyndere sedimentlag mellem sejlinjerne. Sikkerheden på den vertikale opmåling af sediment-type 1 er god eftersom sedimentlaget tydeligt defineres af det seismiske "backscatter" signal. Den beregnede volumen af sediment-type 2 kan være behæftet med nogen usikkerhed, idet bunden af dette lag er bestemt manuelt og til dels subjektivt.

4 Referencer

/1/ 2009: Jensen, Henning S., H. Nielsen og M. Jensen. 2009. Undersøgelse af fosfor, jern og aluminium i sedimentet fra Søllerød Sø og Vejle Sø april 2009. Syddansk Universitet, og HSJ Vandmiljø. 2009.