



Notat

Projektnavn	Vejle Kommune - oprensning af søer og faunapassage i Vejle Å
Kunde	Vejle Kommune
Projektleder	Hans-Martin Olsen
Projektnummer	1321700015
Dokument ID	Notat vedr. afdækning af metoder til håndtering af forurenede sediment I Randbøldal samt overslag over økonomi
Til	Finn Thoft Jensen
Udarbejdet af	Hans-Martin Olsen Hans Smedegaard Mark Ole Peter Sørensen
Kvalitetssikret af	Hans-Martin Olsen
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	1
Versionsdato	20-06-2019
Første udgivelsesdato	20-06-2019

Indledning

Vejle Kommune har konstateret, at der er en forurening med stoffet malakitgrønt i Vejle Å. Kommunen har på den baggrund fået foretaget analyser for indholdet af malakitgrønt og leucomalakitgrønt i sedimentet i de opdæmmede søer i Vejle Å ved Randbøldal. Karakteristisk for Malakitgrøn er, at den er meget opløselig i vand. Malakitgrønt kan nedbrydes til leucomalakitgrønt ved kemisk eller metabolisk reduktion. Begge stoffer har samme toksikologiske effekter, omend der er en tendens til at leucomalakitgrønt er mere toksisk end malakitgrønt. Malakitgrønt har tidligere været anvendt til sygdomsbekæmpelse hos dambrugsfisk. Stoffet blev forbudt i Danmark i 1990.

Overordnet viser analyserne fra Randbøldal, at der findes et betydeligt indhold af ophobet malakitgrønt og leucomalakitgrønt i sedimentet, og at det er fordelt i hele sedimentpuljen og derfor ikke kan afgrænses i nogle lag. Foruden forureningen med malakitgrønt er der konstateret en forurening med bl.a. kulbrinter.

Vejle Kommune overvejer mulighederne for evt. at oprense og fjerne forureningen i de opstemmede søer. Som beslutningsgrundlag ønskes foretaget en overordnet vurdering af mulige metoder for selve oprensningen og håndteringen/fjernelsen af det belastede sediment og herunder et omkostningsoverslag.

Hans-Martin Olsen
+4561140663
HMOL@orbicon.dk

Orbicon A/S
Jens Juuls Vej 16
8260 Viby J
Tlf. 87 38 61 66

CVR. nr: 21 26 55 43
Handelsbanken:
7643-0002350106

I dette notat redegøres kortfattet for en anbefalet håndteringsmetode, vi vurderer egnet og som prissættes.

Vidensgrundlaget på sedimentkarakteristikken, mulighederne for adgange/arealanvendelse og vandhåndteringen samt mulige begrænsninger ved sedimenthåndteringen/behandlingen er relativt begrænset endnu, da der ikke er kendte danske fortilfælde med forurening af sediment og vand med malakitgrønt. Derfor antages her flere forudsætninger, hvor enkelte anbefales verificeret nærmere og måske revurderet, f.eks. ved pilotforsøg. Hovedforudsætningerne er:

- Fordelingen af Malakitgrønt og øvrige forureningskomponenter vurderes ikke at variere så meget gennem sedimentlagene eller forekomme lokalt i koncentrationer, der nødvendiggør eller gør det fordelagtigt at anvende forskellige oprensningsmetoder.
- Forureningstilstanden i sedimentet gør, at det som udgangspunkt ikke kan udlægges permanent på et nærtliggende udlægsareal. Sedimentet skal før eller efter afvanding føres til godkendt behandlingsanlæg
- På trods af at tørstofindholdet er varierende/stigende med sedimentdybden antages det ikke fordelagtigt at anvende forskellige oprensningsmetoder.
- Adskillelsen af sedimentlaget og intakt bund er ret entydig.
- Søen kan som udgangspunkt ikke tømmes/tørlægges helt på grund af hensynet til nærtliggende ejendomme, større vandløbsopland og relativt høj lateral grundvandstilstrømning eller kildepunkter gennem søfladen. Det kan dog muligvis lade sig gøre at afvande den opstrøms sø. Omlodning af vand i rør eller grøfter vurderes ikke realistisk muligt. Det kan dog potentielt være et muligt alternativ i den opstrøms sø. Denne mulighed er ikke efterfulgt her i notatet.
- Vandspejlet kan sænkes ca. 1 - 1,5 m i den nedre sø ved at trække dele af stemmet. Det kan udnyttes ved oprensningen af topplagene og brednært sediment, hvis det er fordelagtigt. Det medfører dog erfaringsmæssigt risiko for omfattende sedimentflugt i de topnære sedimentlag. Stort sandfangsvolumen nedstrøms vil således være en forudsætning. Det kan være en del af de nedlagte damme på det nedstrøms dambrug.
- Det antages, at der vil være mulighed/behov for anvende et markareal indenfor ca. 500 m nord for søen til udlæg/afvanding af sedimentet. Overskudsvand/rejektvand påregnes opsamles i bassiner og kan enten nedsives/returføres til søen eller skal transporteres til renseanlæg. Der er i dette notat og i økonomivurderingerne taget udgangspunkt i, at vandet kan returføres til søen.

Søen og sedimentet

Opstemningen sker 2 steder, således at der er 2 opstemningsflader. Sedimentmægtigheden og vanddybde er estimeret ved pejlesonderinger fra båd i 2018. Søernes bathymetri og estimerede sedimentpulje ses på bilag 2-4.

De opmålte hovedmål ses i nedenstående skema.

	Fladeareal, opstemmet, m ²	Sedimentvolumen, m ³	Sedimenttykkelse, M	Vanddybde til sediment, m	Vanddybde til fast bund, m
Vestlige opstemning	10.000	11.000	0 - 1,25	0 – 0,90	0 – 2,00
Østlige opstemning	3.000	2.500	0 – 2,00	0 – 1,20	0 – 2,50
Samlet	13.000	13.500	-	-	-

Se bilag 2-4

Oprensningsmetoder og anbefalinger

De normalt anvendte metoder til oprensning af søer og større bassinanlæg afhænger primært af sedimentmængderne og sedimentets tørstofindhold, vanddybder og tilgængeligheden for oprensningen. Desuden transportafstande til behandlingssteder/afvanding og slutdeponi.

De oftest anvendte metoder, når vi antager at sedimentet skal fraføres helt fra søen og ikke kan henlægges permanent i nærområdet eller langs søen, er:

- 1 Opgravning med gravemaskine fra bredden/volde direkte til dumper/lastbil. Transport til afvanding på udlægsarealer eller direkte til modtageanlæg. Søen kan for-afvandes og derfor er sedimentet håndterbart med traditionelt gravning. Sedimentet læsses direkte på dumper/lastbil.
- 2 Opgravning med gravemaskine fra bredden/volde direkte til dumper/transport. Transport til afvanding på udlægsarealer eller direkte til modtageanlæg. Sedimentet opgraves vådt med specialskovle. Sedimentet læsses direkte på dumper/lastbil (lukkede containere).
- 3 Opgravning med amfibie-gravemaskine til pram/container eller gravemaskine på pram med bulk/container. Sedimentet opgraves vådt med specialskovle og omlæsses fra container/bulk på dumper/lastbil (lukkede containere).
- 4 Oprensning ved pumpning/sugeudstyr, monteret på specialgravemaskine. Sediment oppumpes til afvandingscontainere, geotubes, afvandingsbede.
- 5 Oprensning ved pumpning/sugning fra specialpram/Cuttersuger. Sediment oppumpes til afvandingscontainere, geotubes, afvandingsbede.

Kort omkring metoderne - anbefaling

Der skelnes mellem gravning som hovedprincip og sugning/pumpning. Ved gravning fjernes sedimentet fysisk, enten i en afvandet eller vanddækket flade eller vådt. Ved gravningen optages sedimentet med skovlen og en del af den ovenfor liggende vandfase optages med skovlen også. Ved sugning/pumpning opsamles sedimentet vådt/vanddækket i sugerør/pumpe. Sedimentet opblandes med søvand i en pumpbar blanding.

Ved sugning/pumpning opblandes sedimentet med søvand i en pumpeblanding typisk med 2-5 % tørstofindhold, afhængigt af sedimentkarakteristikken og pumpeeffektiviteten. De målte tørstofindhold i sedimentet ligger mellem 20-77 %. Antages et gennemsnitligt tørstof indhold i sedimentet på niveauet ca. 35 % og ca. 4% i det oppumpede påregnes oppumpet i størrelsesordenen 120.000 m³.

Ved gravning er opblandingen erfaringsmæssigt væsentlig mindre. Niveau omkring 50 % forventes realistisk, således at den samlede sedimentmængde kan forventes på niveau ca. 30.000 m³

Det pointeres, at de nævnte voluminer er meget usikre og kun skal opfattes som retningsgivende.

Begge metodetyper er anvendelige på selve oprensningen på den nedstrøms sø, hvor vanddybden og sedimentvolumen er størst. På den opstrøms del vurderes opgravning med gravemaskine fra land eller mindre pram bedst egnet.

Anbefalet løsning

Det vurderes, at den mest omkostningstunge del primært ligger på sedimenthåndteringen og transport/modtageafgifter. Kapaciteten på gravemetoden er højest og de topografiske forhold taget i betragtning, vurderes pumpning kompliceret. Derfor anbefales høj fokus på at den oprensede sedimentmængde optimeres/minimeres på kilden. Derfor anbefales opgravning fra pram på den nedstrøms sø og evt. kombination pram og fra land på den opstrøms.

Anlægsoverslaget på oprensningen baseres på.

- Oprensning fra pram til lastbilcontainer/specialdumper 2-3 steder langs søerne
- Transport til udlægs-/afvandingssareal indenfor afstand på ca. 500 m

Reduktion af slam-/sedimentflugt under oprensningsarbejdet

Uanset metode forventes der at ske en betydende opslemning af bundsediment i vandfasen i begge søer under oprensningen. Det vil i den aktive oprensningsperiode medføre slamflugt nedstrøms i vandløbet.

Som beskrevet ovenfor påregnes det muligt at foretage oprensningen på den opstrøms sø efter afvanding og evt. midlertidig omlodning af vandløbsvandet i den ene side af søfladen. Metoden anbefales prioriteret, da det vil kunne reducere sedimentflugten betydeligt i forhold til at oprense fladen vådt.

På den østligste sø forventes fuld tørlægning ikke muligt, fordi stemmet ikke kan, eller bør bundtrækkes til bundniveau, fordi der påregnes en væsentlig undersøisk lateral grundvandstilstrømning fra siderne til søen. En bundtrækning, selv kontrolleret anbefales ikke umiddelbart, da det erfaringsmæssigt kan skabe stor medrivningsenergi og en væsentlig medrivning/udvaskning af bundsediment i de laveste partier.

Etableringen af et sandfangsområde i den østligste del af søen, mod stemmet påregnes at kunne tilbageholde de grovere sandfraktioner. Der kan evt. etableres sandfang på en del af det gamle dambrugsareal nedstrøms stemmet.

Sandfangene vil dog ikke kunne tilbageholde de finpartikulære og opslemmede bundmaterialer. De nødvendige volumener/sedimentationsflader hertil er betydeligt større end de nødvendige arealer, der forventes til rådighed umiddelbart nedstrøms stemmet. Bindingssegenskaberne for malakitgrønt i forhold til opslemmet bundsediment og opløseligheden er ikke afklaret, men det antages dog, at der ved anlægsarbejdet vil ske en betydende resuspension også af malakitgrønt i vandfasen, og i en finpartiklær mobil form i vandfasen.

Følgende anbefales prioriteret ved udførelsen:

Arbejdsprocessen:

- Der arbejdes i perioder med lav vandføring/tørvejr (sommerhalvåret)
- Arbejdet standses midlertidigt ved evt. kortere store regnhændelser.
- Oprensningsmetoden optimeres mht. maskin-/skovltyper mv. egnet til formålet
- Oprensningen foretages af erfarent mandskab.

Sikringer:

- Opstrøms sø prioriteres oprenset efter afvanding- den østlige sø kan fungere som fældnings-/sedimentationsområde
- Sandfang for grovere partikler i den østlige del af søen, mod stemmet
- Oprensning i sektionsvise afgrænsede flader, afskærmet med flytbare flydespærringer
- Løbende oprensning af sandfang.

Tiltag nedstrøms i vandløbssystemet

Dambrugsproduktionen nedstrøms standses under anlægsarbejdet, alternativt omlægges driften midlertidig.

Varslinger og oplysning til lodsejere og brugere vedr. arbejdets udførelse.

Metoder til adskillelse af vand og sediment

Ved opgravning af sediment fra en sø er der, som tidligere beskrevet, et stort indhold af vand. Vandet kan adskilles fra sedimentet ved at:

- Sedimentet placeres på søbredden efter opgravning til afvanding
- Sedimentet placeres på egnet afvandingsplads i lokalområdet
- Sedimentet køres direkte til godkendt modtager og afvandes der

Kort beskrivelse af malakit

Malakitgrønt kan nedbrydes til leucomalakitgrønt ved kemisk eller metabolisk reduktion. Begge stoffer har samme toksikologiske effekter, omend der er en tendens til at leucomalakitgrønt er mere toksisk end malakitgrønt. Overordnet er malakitgrøn og Leucomalakitgrøns egenskaber, at disse er letopløselige i vand. Med baggrund i analyseresultaterne fra nærværende undersøgelse, samt tidligere studier af malakitgrønt er det eftervist, at stoffet bindes stærkt til organisk materiale. Malakitgrønns skæbne i vandmiljøet ikke klarlagt i tilstrækkeligt omfang, men ud fra en tilkendegivelse fra Vejle kommune, om at der løbende sker en kontaminering af fiskene i dambrugene nedstrøms, vurderes der i vandfasen at være et indhold af Malakitgrønt. En fase i projektet der bør undersøges nærmere.

Afvanding

En afvanding direkte fra søbredden, såfremt dette er muligt kunne komme i spil. En anden mulighed, som nok er den mest sandsynlige er, at mellemdeponere sedimentet på et markareal ca. 500 m nord for søen. Her vil det være muligt at lade sedimentet ligge til afvanding. En afvanding af sediment på mark vil højst sandsynlig indeholde et krav om dokumentation for rejktvand. Den tekniske løsning ift. kontrol af sediment og vand skal beskrives udførligt i et skitseprojekt. Kontrol af rejktvand skal ske under kontrollerede forhold, og derfor anbefales et "miniprojekt". Der er ikke tidligere gennemført projekter, hvor rejktvand er undersøgt, ligesom der heller ikke findes dokumentation for rensning af malakit i vand. Ved afvanding af er det muligt henlægge sediment direkte på marken, evt. med et markeringsnet eller stabilgrus, der adskiller sediment fra marken. Alternativt kan der udlægges en membran, hvor det ikke er muligt for vand at trænge igennem. I dette dokument er der ikke taget stilling til tilladelse ift. en afvanding direkte til marken, lige som der heller ikke er taget stilling til en evt. afledning af vand til et spildevandssystem.

Adskillelse af vand fra sedimentfasen kan også gennemføres hos godkendt sediment/jordmodtager. Denne løsning vurderes at være en relativ dyr løsning, idet den samlede mængde af sediment er meget forskellig med og uden vand.

Tidligere erfaringer med Malakitophobning i sediment

I research foretaget af nylige aktiviteter forbundet til malakitforekomster i sediment, er der i brev til Toudal Fiskeri ApS fra Ringkøbing Skjern kommune skrevet, at der er udtaget sedimentprøver i 2007 og igen i 2017, som er analyseret for indhold af malakit. Indholdet af malakit er fra 2007 til 2017 faldet fra 16 til 2 µg/kg slam.

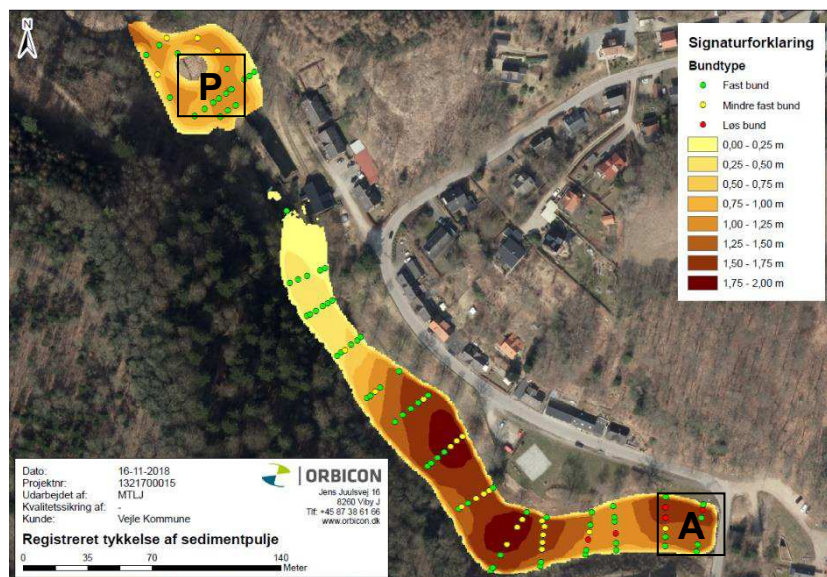
Der er i samme brev skrevet til Dambruget, at Miljøstyrelsen har givet afslag til ansøgning om dispensation til at bruge slammet til udbringning på landbrugsjord.

Malakitgrønt er klassificeret som sundhedsskadelig og miljøfarlig af Miljøstyrelsen. Det har siden 1990 været forbudt at anvende malakitgrønt til sygdomsbekæmpelse hos dambrugsfisk. Malakitgrønt kan ophobes i slam, da det bindes stærkt til organisk stof. Det er endvidere angivet i Vejledning om anvendelse af affald til jordbrugsformål, at udover de i bilag 2 specificerede stoffer må affaldet ikke indeholde væsentlige mængder af andre miljøskadelige stoffer end de, der er omfattet af bekendtgørelsen. Med væsentlige mængder menes indhold, der vurderes at kunne give negative effekter på miljøet og menneskers og dyrs sundhed. Miljøstyrelsen finder således ikke, at der kan gives en dispensation til udbringning af dambrugsslam, der indeholder malakitgrønt, til jordbrugsformål. Der kan ikke klages over Miljøstyrelsens afgørelse til nogen anden administrativ myndighed, jf. slambekendtgørelsen § 34. Afgørelsen kan påklages til domstolene. Klagen skal være anlagt inden 6 måneder efter dato for denne afgørelse, jf. Miljøbeskyttelsesloven § 101.

Slammet, sedimentet må ikke udlægges direkte på landbrugsjord med et indhold af malakit på 16 – 2 µg/kg. Til sammenligning er der op til 1.500 µg/kg i prøverne fra Randbøldal.

Forureningsforhold i Vejle å ved Randbøldal

Vejle kommune, Teknik & Miljø har udtaget prøver af sedimentet fra udvalgte steder. Prøvestederne er benævnt fra A til P, se ca. placering på figur 1. Samtlige prøvetagningssteder er vist på situationsplanerne i bilag 5.



Der er udtaget sedimentprøver og analyseret for Jordpakken, fra 7 områder ved Randbøldal. Analyseresultater for indhold af miljøfremmede stoffer olie, PAH og tungmetaller viser, at sedimentet i område A1 er påvirket af oliestoffer, der gør sedimentet kraftig forurenede. Dette område er det eneste område med kraftig forurening. De øvrige 6 områder viser enten rent eller lettere forurenede sediment. Der er udtaget i alt 15 sedimentprøver til analyse fra de 7 områder.

Til kontrol af indholdet af Malakitgrøn og Leucomalakitgrøn er der udtaget i alt 50 prøver fra de viste prøvetagningssteder, se bilag 5. Der er påvist op til 1500 µg/kg malakitgrøn i område K1. Leucomalakitgrøn findes i 8 områder med indhold over 1000 µg/kg. Leucomalakitgrøn er en omdannelse fra malakit, der især foregår under iltfattige forhold og inde i levende organismer.

Forslag til pilotforsøg

Baseret på ovenstående anbefalinger omkring metoder til opgravning, håndtering og afvanding af det forurenede sediment vil vi anbefale, at der gennemføres pilotforsøg i mindre skala. Formålet med dette skal være at få testet sedimentets håndterbarhed i forhold til den foreslåede metode og ikke mindst graden af forurening med overordnet malakit (men også andre forureningskomponenter) i rejktvandet for at afgøre, om dette kan føres tilbage til søen, eller om det skal sendes til rensning.

Der gøres opmærksom på, at rensningsanlægget ikke har tilkendegivet, at de vil modtage vand forurenede med malakit. Ligeledes skal det oplyses, at der ikke, så vidt vides, ikke er gennemført forsøg med specialrensning af malakitholdigt vand. Der er altså på nuværende ikke tilstrækkeligt dokumentation ift. rensning af malakit fra vandfasen, og derfor vil en evt. rensningsproces i pilotfasen kunne afklare omkostninger til vandrensning. I nærværende fase, hvor projektet ikke er igangsat, vil der være mulighed for at foreslå uddannelsesinstitutionerne, at lave et afgangprojekt omhandlende rensning af malakitvand. Håndtering af vand skal have et særligt fokus forud for opgravning af sediment.

Håndtering af vand ift. om det blot kan udsives til markarealet, eller om det skal ledes til rensningsanlæg, og om rensningsanlægget vil modtage vandet vil være afgørende for den samlede økonomi i håndteringen af det forurenede sediment.

Modtagepladser for det forurenede sediment

Erfaringsmæssigt er der 2 områder i det sydjyske, der er oplagte modtagere af denne type sediment. Det er:

- Mijodan (Norrecco)
- Scanfield (Jordrens Syd)

Der er modtaget tilbud fra begge modtagere.

Økonomisk overslag over samlede omkostninger til oprensning

I nedenstående tabel er der på hovedposter forsøgt vurderet omkostninger til opgravning, afvanding, transport og deponi for oprensningen, baseret på ovenstående forudsætninger. Total sum i nedenstående ark er baseret på, at rejektivand (post 3A) gennemføres. Hvis kravet er, at spildevandet skal renses og bortskaffes til rensningsanlæg kommer post 3B i spil.

Post	Beskrivelse	Sum (DKK)	(+)20%	Afrundet
1	Arbejdsplads, omlægninger, interim mm.	800.000	960.000	1.000.000
2	Oprensning	3.150.000	3.780.000	4.000.000
	Opgravning vestlige sø	850.000		
	Opgravning østlige sø	2.300.000		
3	Afvanding og behandling	1.935.000	2.322.000	2.500.000
	Etablering af mellemdepot	225.000		
	Mellemdepot - klargøring til afvanding-entreprenør, §19 tilladelse	485.000		
A	Afvanding og behandling (IN situ), nedsivningstilladelse, returpumpning	600.000		
B	Membranløsning (geotubes)- Tilslutning spildevand -Vandafledningsafgift mm *	2.100.000		2.500.000
	Håndtering diverse	500.000		
	Kontrolprøver	125.000		
4	Afsætning, slutdeponering	3.122.500	3.747.000	4.000.000
	Jordmodtager – afgift	2.712.500		
	Læsning og transport	410.000		
	I alt for løsning	9.007.500	10.809.000	11.500.000

* Denne beskrivelse kommer i spil, såfremt rejektivandet ikke kan nedsives eller returpumpes til søen. Denne løsning kommer endvidere kun i spil såfremt rensningsanlægget godtager at vandet kan transporteres hertil.

Overslaget viser, at der skal forventes en omkostning på 9-11,5 mio. kr. til entreprenør og deponi. Dertil kommer omkostninger til:

- Detailprojektering
- Eventuelt pilotforsøg
- Udbud af opgaven
- Tilsyn med arbejderne.
- Leje eller erhvervelse af areal til afvanding.

Såfremt det viser sig, at rejktvand ikke kan nedsives eller returpumpes til søen, vil dette medføre en forhøjelse af økonomien på ca. 2.500.000 kr.

Bilag

- 1 Udførte sedimentanalyser, Eurofins, Jordpakke og Malakit
- 2 Søernes batymetri til øverste bundlag, dybde ift. vandspejl.
- 3 Søernes batymetri til nederste bundlag, dybde ift. vandspejl.
- 4 Registreret tykkelse af sedimentpulje.
- 5 Situationsplan A-P