

Lake Relief™

- effekter på trådalger, næringsindhold og dyreliv

august 2007



Indholdsfortegnelse

1. Indledning	3
1.1 <i>Beskrivelse af Lake Relief</i>	3
2. Materialer og metoder	3
2.1 <i>Bassinforsøg</i>	3
2.2 <i>Opsamling af tilgængelig viden</i>	4
3. Resultater	4
3.1 <i>Bassinforsøg</i>	5
3.2 <i>Tidligere studier</i>	8
3.2.1 <i>Billeddam i Gråsten Slotshave</i>	8
3.2.2 <i>Svensk golfbane (Bro Bålsta)</i>	9
4. Diskussion	10
5. Konklusion	11
6. Forslag til yderligere undersøgelser i 2008	11
7. Bilagsoversigt	12

1. Indledning

Effekten af trådalgebekæmpelsesmidlet Lake Relief, produceret af Novozymes, blev undersøgt i bassinforsøg og ved opsamling af tilgængelig viden fra tidligere forsøg. Formålet med forsøget var at dokumentere effekten af Lake Relief på forekomsten af trådalger og næringsindholdet i vandet. Desuden blev det undersøgt, hvorvidt der var nogen effekter på dyrelivet, i form af dyreplankton, smådyr og fisk.

1.1 Beskrivelse af Lake Relief

Lake Relief består af en blanding af 6 forskellige bakteriekulturer – mere end 10^{12} (en billion) mikroorganismer pr. pose (450 gram). Bakterierne er naturligt forekommende mikroorganismer, der findes naturligt i søer og vandområder.

Når Lake Relief tilsættes vil mikroorganismene brede sig i vandet og hjælpe med til at optage vandets næringsstoffer. Næringsstofferne bliver bundet i mikroorganismene og indgår på den måde i søens fødekæde. Dermed bliver der færre næringsstoffer tilgængelige for algerne, hvilket betyder klarere vand og mindre risiko for algeopblomstringer. Ved at tilføre Lake Relief løbende gennem algernes vækstperiode opretholdes en høj biomasse af mikroorganismer, hvilket sikrer en lav mængde næringsstoffer tilgængelig for algerne.

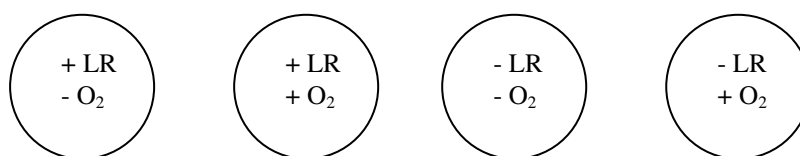
2. Materialer og metoder

2.1 Bassinforsøg

Forsøget blev udført i perioden 7. juni – 3. juli 2007, i fire runde glasfiberbassiner med en diameter på ca. 3,0 meter, hvilket svarer til et overfladeareal på ca. 7 m². Vanddybden var omkring 50 cm, hvilket giver et vandvolumen på ca. 3500 liter. Bassinerne blev før forsøget anvendt til opbevaring af sibirisk stør (indtil ca. en uge før forsøgsstart).



De fire bassiner blev delt op så to af bassinerne blev tilsat Lake Relief og to af bassinerne fungerede som kontrol-bassiner (figur 1). Ét af bassinerne der modtog Lake Relief og ét af kontrol-bassinerne blev desuden tilført luft fra en luftpumpe. Dermed var det muligt at undersøge effekten af Lake Relief, effekten af beluftningen og den kombinerede behandling. Bassinerne der blev behandlet med Lake Relief fik tilsat 21 gram d. 7/6 og d. 20/6, svarende til 3 gram pr. m².



Figur 1. Oversigt over de 4 bassiner anvendt ved forsøget. *LR* = tilsat Lake Relief; *O₂* = Beluftning

Under forsøget blev der taget prøver af følgende parametre:

	Parametre	Prøvetagningsdatoer
Vandkemi	<ul style="list-style-type: none"> • Ammonium • Nitrat • Fosfat • pH 	7/6, 20/6, 26/6 og 3/7
Fysiske parametre	<ul style="list-style-type: none"> • Iltindhold • Vanddybde • Temperatur 	7/6, 20/6, 26/6 og 3/7
Trådalgeforekomst	<ul style="list-style-type: none"> • Tykkelse af trådalgelag • Overfladedækning 	7/6, 14/6, 20/6, 26/6 og 3/7
Fisk	<ul style="list-style-type: none"> • Vækst • Kondition • Overlevelse • Sygdomme 	Efter forsøgets slutning (3/7)

Trådalgeforekomst Trådalgeforekomsten blev beregnet ud fra målinger af trådalgelagets tykkelse 5 fastlagte steder i hvert bassin. Desuden blev der foretaget en visuel vurdering af hvor stor en del af overfladen der var dækket af trådalger. Efter forsøgets afslutning blev bassinerne tømt og trådalgerne indsamlet og vejte. Artsbestemmelse blev foretaget ved forsøgets start.

Vandkemi En vandprøve på ca. 0,9 liter blev udtaget og sendt til analyse hos Novozymes i Frankrig. Prøverne blev afsendt straks efter de var taget og blev analyseret senest 3-4 dage efter.

Fysiske parametre Iltindhold og temperatur blev målt ved overflade og bund af hvert bassin, med en Lutron YK-22DO iltelektrode. Vanddybden blev målt på et fast sted i hvert bassin.

Fisk I hvert bassin blev der ved forsøgsstart udsat 3 små (6,7 – 9,6 cm) og 3 store guldfisk (16,0 – 18,9 cm). Ved forsøgsstart og efter forsøgets afslutning (d. 3/7) blev fiskene målt og vejte. Ud fra disse data blev fiskenes kondition (K) beregnet.

$$K = 100 * vægt / længde^3$$

Andre målinger Forekomsten af dyreplankton og andre smådyr i vandet blev undersøgt før forsøgsstart og d. 26/6 ved filtrering (140 µm) af 2 liter vand.

2.2 Opsamling af tilgængelig viden

Der blev indsamlet data fra tidligere forsøg med tilsætning af Lake Relief. To forsøg fra 2004 og 2005 opfyldte kravene om fotodokumentation og analyse af vandprøver. Data er indhentet fra E. Marker A/S og Novozymes.

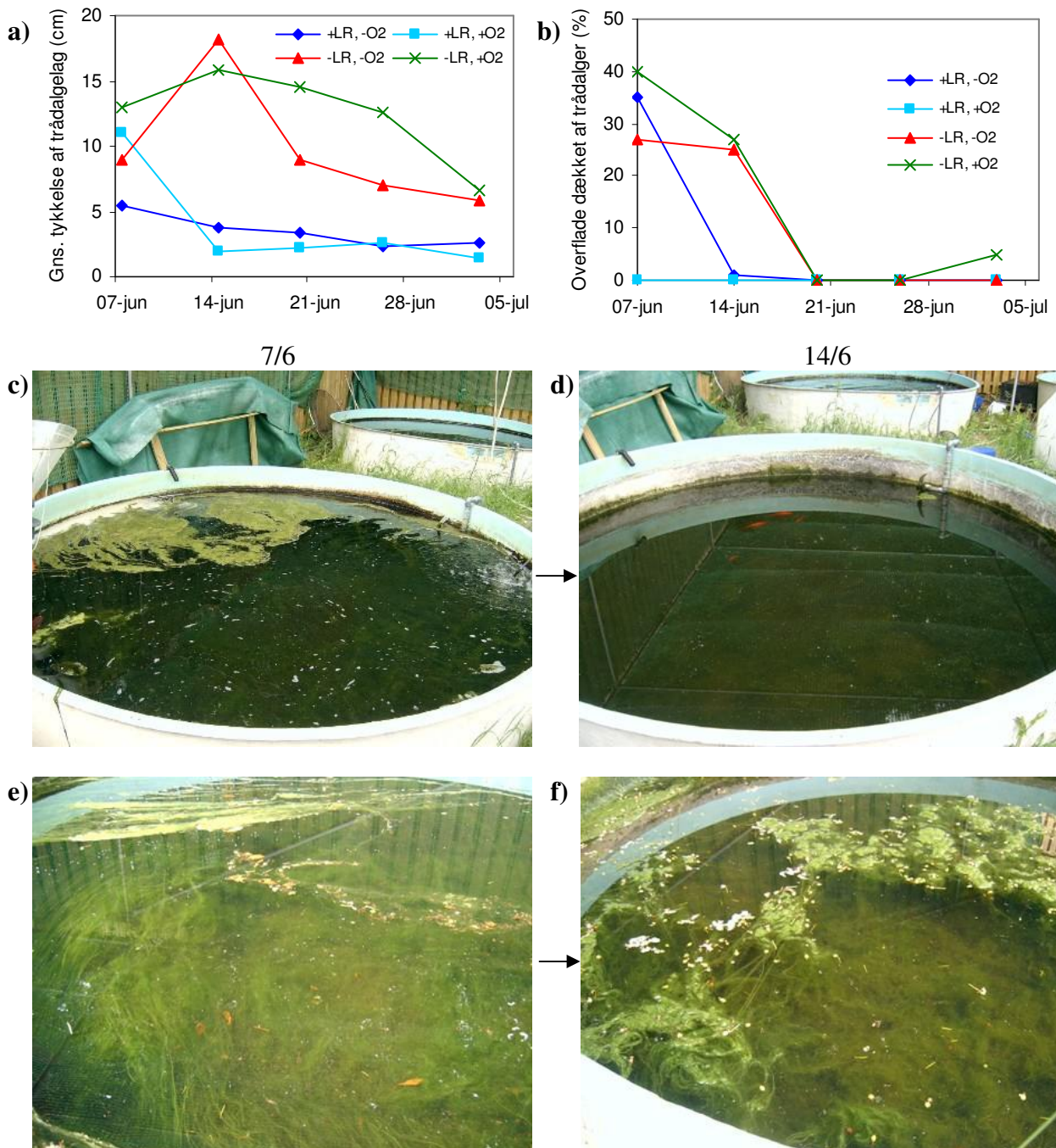
3. Resultater

I det følgende afsnit præsenteres resultaterne fra bassinforsøget og de to tidligere studier det har været muligt at indhente data fra.

3.1 Bassinforsøg

Trådalger

I løbet af forsøgets første uge, skete der et markant fald i tykkelsen af trådalgelaget (figur 2a) og trådalgernes dækningsgrad af vandoverfladen (figur 2b & figur 2c-f), i de to bassiner der fik tilsat Lake Relief. I de to kontrolbassiner skete der derimod en stigning i tykkelsen af trådalgelaget, hvorefter mængden faldt, uden dog at nå samme lave niveau som i bassinerne der modtog Lake Relief.



Figur 2. Trådalger. a) gennemsnitlig tykkelse af trådalgelaget, b) trådalgernes dækningsgrad af vandoverfladen, c)-f) udviklingen i trådalgeforekomsten i løbet af forsøgets første uge i et bassin behandlet med Lake Relief c)-d) og i et kontrolbassin e)-f)

	+LR, - O ₂	+LR, + O ₂	-LR, - O ₂	-LR, + O ₂
Trådalgemængde ved forsøgets afslutning (kg vådvægt)	3,25	2,60	11,10	10,70

Tabel 1. Trådalgemængden i de fire bassiner ved forsøgets slutning.

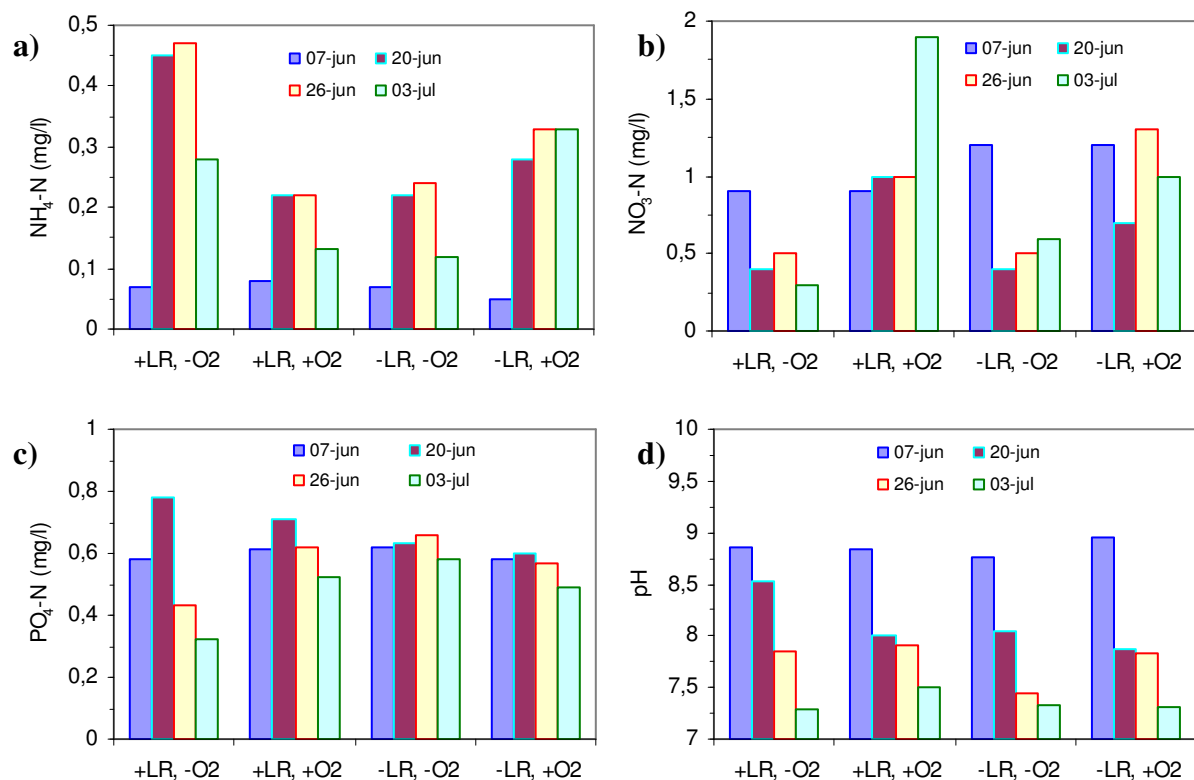
Trådalgerne bestod af flere forskellige slægter, med *Vaucheria* sp., *Ulothrix* sp. og *Mougeotia* sp. som de mest almindelige (se bilag 1). Der blev ikke foretaget en vurdering af Lake Reliefs effekt på de forskellige arter.

Ved forsøgets afslutning var trådalgemængden i de to kontrolbassiner ca. 4 gange så høj som i bassinerne der blev behandlet med Lake Relief (se tabel 1).

Vandkemi

Der kunne ikke observeres entydige forskelle på indholdet af hverken ammonium, nitrat eller fosfat mellem kontrolbassinerne og de bassiner der modtog Lake Relief (figur 3a-d). Ved forsøgets start var de målte parametre relativt ens i de fire bassiner, men allerede efter en uge var der markante forskelle.

Ammoniumindholdet (figur 3a) steg kraftigt i alle bassinerne i løbet af den første uge og forblev relativt høj gennem hele forsøget.



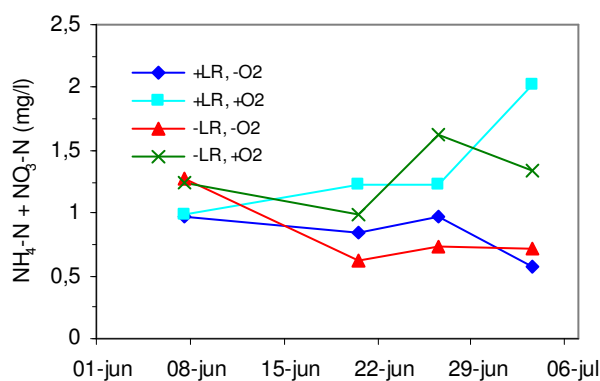
Figur 3. Udviklingen i indholdet af næringsstoffer og pH i vandprøverne fra de fire bassiner.

Nitratindholdet (figur 3b) faldt markant i de to bassiner der ikke blev iltet, mens de to iltede bassiner viste relativt stabile eller svagt stigende nitratindhold.

Fosfatindholdet (figur 3c) steg svagt i løbet af forsøgets første uge, for derefter at falde gennem resten af forsøgsperioden. Der var ikke forskel på udviklingen i bassiner behandlet med Lake Relief og kontrolbassinerne.

PH-værdien (figur 3d) faldt jævnt gennem hele forsøgsperioden, både i kontrolbassiner og bassiner behandlet med Lake Relief.

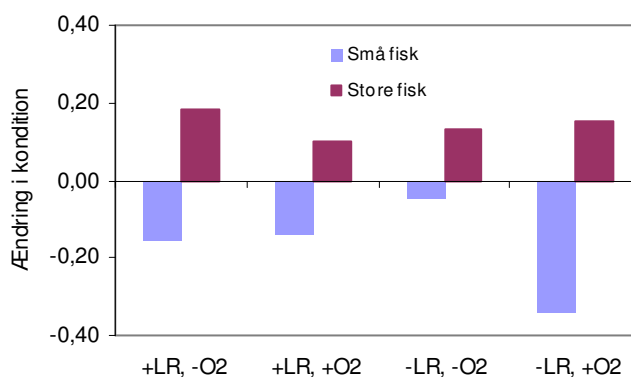
Hvis ammonium- og nitrat-værdierne lægges sammen fås et samlet billede af bassinernes indhold af opløst kvælstof. Som det fremgår af figur 4, er resultatet heller ikke her helt entydigt. Der fremkommer dog et billede af at de to bassiner der er blevet iltet, har de højeste koncentrationer af opløst kvælstof. Lake Relief behandlingen ser ikke ud til at have en effekt på kvælstofindholdet.



Figur 4. Det samlede indhold af ammonium og nitrat i de fire bassiner.

Fisk

Alle fiskene overlevede forsøget og der var ingen tegn på sygdomme hos fiskene. Det overordnede billede var at konditionen for de små fisk faldt i løbet af forsøget, hvorimod den steg for de store fisk (figur 5). Der var ingen effekt af Lake Relief tilsætningen på fiskenes kondition.



Figur 5. Ændringen i konditionen hos henholdsvis små og store fisk, i løbet af forsøgsperioden.

Fysiske parametre

Iltindholdet var, som forventet, højest i de to bassiner der blev beluftet. Vandtemperaturen lå gennem hele forsøgsperioden på mellem 16 og 18 °C, uden markante forskelle mellem de forskellige bassiner. Data for disse parametre kan ses i bilag 2.

Andre målinger

Ved forsøgets start blev der i dyreplanktonprøverne fundet en enkelt *Cyclops* sp. i bassinet der blev behandlet med Lake Relief og uden beluftning. I de øvrige bassiner blev der ikke fundet dyreplankton

Ved undersøgelsen af dyreplankton og smådyr d. 26/6 blev der fundet 3 arter dyreplankton, chironomid-larver og fiskeyngel (tabel 2).

	+ LR, - O ₂	+ LR, + O ₂	- LR, - O ₂	- LR, + O ₂
<i>Cyclops</i> sp.	1		1	1
<i>Chydorus sphaericus</i>		1	3	
<i>Simocephalus vetulus</i>			5	
Chironomid-larver	+		+	+
Fiskeyngel	3			

Tabel 2. Forekomsten af dyreplankton, smådyr og fiskelarver i bassinerne d. 26/6. Antallet angiver hvor mange der blev fundet, + angiver at den pågældende gruppe var til stede, men ikke blev talt.

3.2 Tidligere studier*3.2.1 Billeddam i Gråsten Slotshave*

Billeddam i Gråsten Slotshave blev behandlet med Lake Relief i 2005. Der blev tilsat Lake Relief i begyndelsen af juli, i midten af august og igen i midten af september. Dosseringen var 22,5 kg pr. gang, svarende til 281 gram pr. m². Der blev taget vandprøver til analyse for N og P i juli (efter 1. tilsætning), august (før 2. tilsætning) og to gange i september (efter 2. og 3. tilsætning). Prøverne blev sendt til analyse hos Novozymes i Frankrig.

Resultatet af tilsætningen var, som det fremgår af billederne nedenfor, en kraftig reduktion i forekomsten af trådalger.



Billeddam, juli 2005



Billeddam, september 2005

	20/7-05	17/8-05	8/9-05	23/9-05
Ammonium-N (mg/l)	2,10	1,08	0,45	0,64
Nitrat-N (mg/l)	0,6	0,6	0,3	0,3
Fosfat-P (mg/l)	2,72	1,76	0,22	0,23

Tabel 3. Resultater fra analyse af vandprøver fra Gråsten Slotssø.

Vandanalyserne viste ligeledes et fald i koncentrationen af både ammonium, nitrat og fosfat (tabel 3).

3.2.2 Svensk golfbane (Bro Bålsta)

Et mindre vandhul på golfbanen Bro Bålsta havde i begyndelsen af juni 2004 en kraftig forekomst af trådalger. Søen blev derfor behandlet med Lake Relief d. 2. juni 2004, med en dosering der svarer til 300 gram pr. m². Der blev taget vandprøver til analyse på Miljølaboratoriet Storkøbenhavn, både før og efter tilsætningen.

Resultatet af tilsætningen var, som det fremgår af billederne på figur 6, en kraftig reduktion i forekomsten af trådalger. Vandoverfladen var næsten totalt dækket af trådalger før tilsætningen d. 2. juni. Tre uger senere var der ingen synlige trådalger på vandoverfladen.



Figur 6. Kraftig trådalgeforekomst d. 3/6-2004



Efter behandling m. Lake Relief d. 23/6-2004

Vandanalyserne viste et fald i koncentrationen af alle de målte parametre (tabel 4.) Det skal dog bemærkes, at målingerne er foretaget lang tid efter vandprøverne er blevet taget, hvilket øger usikkerheden på resultaterne.

	2. juni 2004	24. juni 2004
pH	6,9	7,5
NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	0,220	0,038
NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	0,022	<0,005
Total-N (mg/l)	1,04	0,656
Orthofosfat-P (mg/l)	0,018	0,005
Total-P (mg/l)	0,104	0,030
Fytoplankton (antal/100 ml)	400	20

Tabel 4. Vandkemi og fytoplanktonforekomst før og efter behandling med Lake Relief i sø på Bro Bålsta golfbane.

4. Diskussion

4.1 Effekter på trådalgeforekomsten

Resultaterne fra Billeddam og Bro Bålsta Golfbane, giver indikationer om at Lake Relief er et effektivt middel mod trådalger. Da der, af naturlige årsager, ikke findes resultater for hvordan de målte parametre havde udviklet sig i disse søer uden tilsætningen af Lake Relief, er det dog ikke muligt at konkludere noget endegyldigt om effekten af Lake Relief på baggrund af disse forsøg.

Sammenholdt med resultaterne fra bassinforsøget, må det dog konkluderes, at Lake Relief *kan* nedsætte forekomsten af trådalger. Trådalgerne blev ikke fjernet helt i bassinforsøget, men der skete en markant reduktion, således at trådalgemængden ved forsøgets afslutning var reduceret med ca. 75%. Størstedelen af reduktionen skete allerede i løbet af forsøgets første uge, hvorefter der fortsat skete et lille fald i trådalgemængden.

Det foreliggende datamateriale er dog stadig relativt lille, hvilket betyder at det er svært at vurdere under hvilke forhold Lake Relief virker bedst. Det vil derfor være en fordel med yderligere forsøg, hvilket da også allerede er planlagt til 2008.

Den udførte test giver desværre ingen svar på hvad der er årsagen til den nedsatte forekomst af trådalger, idet der ikke kunne dokumenteres en nedgang i næringsindholdet (se nedenfor).

4.2 Effekter på næringsindholdet

I de to tidligere forsøg med Lake Relief, viste vandprøverne et fald i koncentrationen af både kvælstof og fosfor, efter tilsætning af Lake Relief. Der er dog en del usikkerhed på disse resultater, idet vandprøverne ikke er blevet analyseret umiddelbart efter de er taget. Dermed kan de målte koncentrationer afvige fra koncentrationerne på prøvetagningstidspunktet, idet der i det mellemliggende tidsrum eksempelvis kan ske nedbrydning af organisk materiale, optagelse i alger/bakterier og/eller omdannelse til andre former (eks. nitrit). Desuden findes der ingen kontrol-prøver, der kan vise hvordan næringsindholdet ville have udviklet sig uden tilsætning af Lake Relief.

Det normale billede i løbet af sommeren er, at puljerne af opløst fosfat, nitrat og ammonium er forholdsvis lave i løbet af sommeren. De kan dog variere meget over korte tidsrum, blandt andet som følge af algeblomstringer og efterfølgende nedgræsning af alger. Hvis der gennem en længere periode findes en stor population af alger, vil en stor del af næringsstofferne være bundet i algernes biomasse, hvilket betyder at koncentrationen af opløst fosfor, nitrat og ammonium vil være lav.

Der var ingen tydelig effekt på næringskoncentrationerne i bassinforsøget, hvilket betyder at der på nuværende tidspunkt ikke kan dokumenteres en effekt af Lake Relief på indholdet af næringsstoffer. Dette betyder dog ikke at der ikke findes en effekt. Forklaringen kan muligvis findes i analyseproceduren, hvor vandprøverne blev sendt til Frankrig for analyse. Det betød at prøverne var mindst 3-4 dage undervejs, hvor de kan have været udsat for høje temperaturer. De høje temperaturer kan have slået bakterierne ihjel, hvilket vil betyde at næringen fra disse er blevet frigivet til vandet. De mængder næring der har været bundet i bakterierne fra Lake Relief kan derfor være blevet frigivet igen under transporten, hvilket vil udviske forskellen mellem kontrolbassinerne og bassinerne behandlet med Lake Relief.

4.3 Effekter på dyrelivet

Der kunne ikke observeres effekter på fisk, smådyr og dyreplankton. Fiskene voksede og trivedes lige så godt i bassinerne der blev behandlet med Lake Relief, som i kontrolbassinerne. Der blev desuden observeret yngel i et bassinerne der modtog Lake Relief, hvilket er et positivt tegn, da æg og yngel er de mest sårbare overfor ændringer i deres omgivelser.

5. Konklusion

Bassinforsøget, sammenholdt med forsøgene i Billeddam og på Bro Bålsta golfbane, viser at Lake Relief kan være et effektivt middel til at bekæmpe trådalger. Hvorvidt Lake Relief ligeledes har en effekt på næringsstofindholdet, kan ikke dokumenteres med den nuværende viden.

Der er behov for yderligere undersøgelser for at undersøge effekten af Lake Relief i forskellige søer og ved forskellige næringskoncentrationer.

6. Forslag til yderligere undersøgelser i 2008

For at klarlægge effekten på næringsstofindholdet og få yderligere dokumentation for Lake Reliefs effekt under naturlige omgivelser anbefales følgende undersøgelser i 2008:

- Bassinforsøg, der skal afdække effekter på næringsindholdet.
- In-situ forsøg i søer og vandhuller, hvor effekten undersøges på næring og trådalgeforekomster.

Bassinforsøg

Kontrollerede forsøg med næringsindholdet kan udføres i 600 liters bassiner (se billede nedenfor). Analyserne af vandet foretages straks efter vandprøven er udtaget, hvilket sikrer pålidelige analyse-resultater.



In-situ forsøg

Fuldskala forsøg i naturlige søer og vandhuller giver naturligvis de mest pålidelige resultater. Det vil derfor være en fordel af følge næringsstofkoncentrationer og trådalgeudbredelse i flere større søer/vandhuller i 2008. Forsøg er pt. planlagt i en privat sø i Skibby.

7. Bilagsoversigt

Bilag 1	Vandkemi + billeder af trådalger, d. 07/06
Bilag 2	Vandkemi d. 20/06
Bilag 3	Vandkemi d. 26/06
Bilag 4	Vandkemi d. 03/07
Bilag 5	Rådata, trådalgeforekomst
Bilag 6	Rådata, fysiske parametre
Bilag 7	Rådata, fisk
Bilag 8	Billeder fra bassinforsøget