

Kort vurdering af aluminiumtilsætning som muligt virkemiddel i kystnære marine områder

Funktion

Aluminium nedfældes direkte i de øverste ca. 20 -30 cm af sedimentet eller doseres i vandfasen med henblik på at binde den interne fosforpulje i sedimentet. Der er således tale om et virkemiddel som begrænser fosfors tilgængelighed for væksten planktonalger i et vandområde. I modsætning til jern i sedimentet, reagerer aluminium ikke under iltsvind ved at frigive den bundne fosfor. Frigivelse af fosfor under iltvindsituationer kan i nogle tilfælde stimulere algeproduktionen på et kritisk tidspunkt og medvirke til en yderligere forværring af en tilstand. Der er ganske omfattende erfaringer med aluminiumstilsætning til søer i indland og udland. Behandling af søer med aluminium indgår som virkemiddel i danske vandplaner og er beskrevet i DCE rapport om virkemidler for søer (ref1). Den anvendte metode sker ved spredning af aluminiumsalte. Anvendelse af aluminium er bla. også kendt fra renseanlæg til fældning af P i spildevand og til P-fældning i overfladevand, som skal bruges til drikkevand. (ref1). Når Al-salte udsprede i vand dannes $Al(OH)_3$ (aluminiumhydroxid), som binder fosfat og samtidigt flokkulerer sammen med organiske partikler, hvorefter det bundfældes og under optimale forhold lægger sig som et låg på sedimentet og hindrer yderligere frigivelse. Denne metode kan være problematisk i tilfælde, hvor vandstrømme vil modvirke at de flokkulerede partikler lægger sig ligeligt fordelt på bunden.

I Sverige er på flere søer og i et brakvandområde (Björnöfjärden) nær Stockholm anvendt en patenteret metode, hvor aluminiumssaltet nedfældes direkte i sedimentet. Fordelen er herved at koncentrationer i vandsøjlen minimeres, og der sikres en ligeligt fordelt behandling af sedimentet. Resultater efter denne metode har i flere søer vist markante umiddelbare forbedringer. I Flaten sø rapporteres umiddelbart fald fra 70 $\mu g/l$ fosfat til stabilt niveau på 10 $\mu g/l$ efter behandling i år 2000. Tilsvarende markante fald med efterfølgende stabilt lavt niveau er også rapporteret for Malmsjön efter behandling i 2005. (ref2). En forudsætning for sådanne resultater er, at den interne belastning er betydende og den eksterne tilførsel er nedbragt, således der ikke opbygges ny fosforpulje i sedimentet.

Marine forhold

For marine sedimenter gælder, at fosfor ikke i samme grad binder sig til sedimentets jernpulje, fordi jernet i marine sedimenter bliver bundet til sulfider. Disse forhold kan imidlertid variere betragteligt for hvert fjordområde, men som udgangspunkt kan man ikke forvente samme effekt som ved restaurering i søer. Det har derfor også betydet, at eneste pt. kendte forsøg på anvendelse af metoden i marine områder er Björnöfjärden, som er et lavsalint brakvandområde. Udgangspunktet i dette tilfælde var en lang opholdstid for fjordvandet og en stor intern belastning med fosfor (80%).

Egnede områder

På nuværende tidspunkt må behandling med aluminium i danske marine områder betragtes som hypotetisk, idet der ikke umiddelbart kan identificeres mulige marine lokaliteter, som opfylder kravene om at den interne fosforpulje i sedimentet skal være betydelig i forhold til den eksterne tilførsel af fosfor, samt at vandområdet skal have en lang opholdstid, som forudsætning for at den interne pulje vil være af betydning.

Der bør foretages et betydeligt undersøgelsesarbejde inden en aluminiumsbehandling iværksættes.

N fjernelse

Erfaringer fra Nordborg Sø, som blev aluminiumbehandlet i 2006, peger på at bakterier i sedimentet kan blive hæmmet, herunder også bakterier som er koblet til nitrifikationen, således der blev observeret et fald i denitrifikationen og dermed søens evne til at fjerne kvælstof.

P fjernelse

Fosorfjernelsen sker ved binding af fosfor til sedimentet ved tilsætning af aluminium. Eneste reference er for marine områder er Björnöfjärden nær Stockholm. Før behandlingen var fosforniveauet i de øverste 5 cm af sedimentet ca. 1000 µg P/g DW og efter behandling var fosforniveauet steget til ca. 2300 µg P/g DW. Dette modsvarer 4 tons bundet fosfor på ca. 1 km². Den øgede fastholdelse af fosfor i sedimentet medførte et fald i vandsøjlen fra 40-60 µg Total P/l til ca. 20 µg Total P/l, som igen har ført til fald i fytoplankton-niveau, stigende sigtddybde og øget vegetation (ref3)

Effekter som forbedrer miljøkvaliteten (udover N og P fjernelse)

Ingen

Potentielle skadelige effekter

Aluminium kan være giftigt for levende organismer. Vandets surhedsgrad (pH-værdi) er helt afgørende for hvorvidt det er tilfældet. Derudover har koncentrationen af al-salte betydning for giftigheden. Derfor anbefales ikke at anvende aluminiumbehandling ved pH under 6 og koncentrationer skal gerne være under 15-20 µg Al_i/l umiddelbart efter udbringning (ref4) I Danske marine områder måles pH ikke under 7,8 og dermed er behandling med aluminium som udgangspunkt ikke giftigt og toksicitetsproblemerne er sandsynligvis ikke større end i ferskvand pga. den høje alkalinitet og det høje indhold af calciumioner, men der er stort set ingen erfaringer fra marine områder. I Björnöfjärden følges de potentielt giftige effekter og indtil nu (et par år) er der ikke rapporteret om skadelige virkninger.

Der er spor af tungmetaller i aluminiumsprodukter og derfor har man ved behandling med aluminium i danske søer fået Miljøstyrelsens udledningstilladelse.

Som udgangspunkt må det vurderes, at indholdet af tungmetaller er på et niveau som er uden betydning i forhold til det som forefindes allerede. I en række danske søer blev indholdet af tungmetaller monitoreret ved aluminiumbehandling og i mindst et tilfælde (Sønderby Sø) faldt tungmetalkoncentrationen til under det halve af hvad den var før behandlingen. Aluminium tog altså også tungmetaller ud af vandsøjlen ved udfældningen.

Ved eventuel brug af virkemidlet bør ovenstående indgå i en forundersøgelse.

Drivhusgasser.

Ingen

Pesticider.

Ingen

Økonomi.

Omkostninger ved simpel spredning på overfladen er baseret på erfaringer fra danske søer (100 ha sø) anslået til 18.000 kr./ha. (ref1)

Omkostninger ved direkte nedfældning i sediment af 60 g Al/m² er anslået til ca. 20.000 skr/ha af entreprenøren VATTENRESURS, som foretog opgaven ved Björnöfjärden (pers. mail). Såfremt der bindes 4 ton P/km² som ved Björnöfjärden vil prisen blive 500 skr/kg P. Omkostninger pr. kg bundet fosfor er estimeret (ref3) til 2750 skr / kg P for Björnöfjärden, hvori der indgår relativ høj andel udvikling og deres estimat af omkostninger for større områder med en udviklet metode er anslået til 350 skr/ kg P.

Hvilken viden mangler?

Der mangler identifikation af egnede områder ud fra kriterier om, at den interne P-belastning skal være betragteligt større end den årlige eksterne P-tilførsel, og at den interne P-belastning ikke af sig selv vil aftage i løbet af 5-10 år. Det er sandsynligt, at der ikke findes egnede områder i danske farvande, eller højst ganske få. Der mangler desuden erfaringer for udførelse i marine områder eller brakvandområder.

Mens det er et accepteret virkemiddel for søer, er der endnu kun erfaringer fra en kort årrække fra Björnöfjärden, som eneste lavsaline brakvandsområde.

Et større udredningsarbejde bør gennemføres inden en egentlig udførelse finder sted.

Litteratur om effekter af virkemidlet (rapporter, notater, artikler)

Anvendte referencer

Ref1: Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Jensen, H., Egemose, S. & Reitzel, K. 2015. *Vejledning for gennemførelse af sørestauring*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 42 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 149
<http://dce2.au.dk/pub/SR149.pdf>

Ref2: Emil Rydin, oral, Aluminiumbehandling för att fälla fosfor i naturen – Svenska exempel. BAlticSea2020.

Ref3: Emil Rydin and Linda Kumblad BAlticSea2020, Oral, *Anoxic sediments bind phosphorous after Al-treatment*. Seminar: Sea-based Measures - to reduce consequences of Eutrophication. 12 February 2015, Stockholm University.

Ref4: Cecilia Andrén, 2012, *TOXICITY OF INORGANIC ALUMINIUM IN HUMIC STREAMS*. Doctoral thesis in Applied Environmental Science, Department of Applied Environmental Science Stockholm University