

Rekommendationer vid aluminiumbehandling av Magelungen och Drevviken

Rekommendationer vid aluminiumbehandling av Magelungen och Drevviken

Författare: Emil Rydin
2018-04-03
Rapport 2018:13
Naturvatten i Roslagen AB
Norra Malmavägen 33
761 73 Norrtälje
0176 – 22 90 65

SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
INTERN FOSFORBELASTNING	5
ALUMINIUMBEHANDLING	5
UTREDNINGENS SYFTE	6
METODIK	6
BEDÖMNINGAR FÖR MAGELUNGEN.....	6
BEDÖMNINGAR FÖR DREVVIKEN.....	8
REFERENSER	9

Sammanfattning

Rapporten presenterar en utredning kring rekommenderade aluminiumdoser i syfte att binda läckagebenägen sedimentfosfor i Magelungen och Drevviken. Utredningen utfördes 2018 av Naturvatten AB på uppdrag av Stockholms Stad.

Magelungen håller låga mängder läckagebenägen sedimentfosfor. Används den låga aluminiumdos (ca 25-30 g Al/m²) som krävs för att binda det mobila fosforförrådet risker flockbildningen inte bli optimal varför en minimidos av 50 g Al/m² rekommenderas.

Drevviken håller stora mängder mobil sedimentfosfor. Tillförs den högre aluminiumdos (100-200 g Al/m²) som på djupare bottnar krävs för att binda all mobil fosfor bildas ett tjockt flocklager som till stor del kommer lägga sig på snarare än i sedimenten. Som maximal dos rekommenderas därför cirka 90 g Al/m². Efter ett antal år kommer det tillsatta aluminiumet vara mättat med fosfor och behandlingen behöver upprepas.

Inledning

Intern fosforbelastning

Delar av den fosfor som tillförs en sjö fastläggs i dess botten vilket leder till att sjön kommer att fungera som en näringsfälla. I sjöar som under längre tid belastats av förhöjda fosformängder till följd av antropogen påverkan förmår sedimenten till slut inte kvarhålla näringen. Det innebär att en situation av intern fosforbelastning uppkommit, vilket innebär att det sker ett nettoläckage av fosfor från botten till vattenmassa. Fosfor som har potential att frigöras från sedimenten kallas vanligen läckagebenägen eller mobil fosfor.

Aluminiumbehandling

Aluminium har använts i 50 år för att förhindra fosforläckage från övergödda sjöars sediment. Under de första tre decennierna tillsattes aluminium till vattenmassan, ofta i form av aluminiumsulfat, och doserades efter vattnets buffertkapacitet (Cooke m.fl. 2005), detta då flockbildningen har en försurande effekt på vattnet. Ofta resulterade detta angreppssätt i en alltför låg aluminiumdos för att ge varaktig effekt, samt i att den nybildade aluminiumflocken riskerade att förflyttas av vattenströmmar bort från de botten som skulle behandlas.

Företaget Vattenresurs AB utvecklade under 1990-talet en metod för att tillsätta aluminiumlösningen direkt till sedimenten. En polyaluminiumkloridlösning (PAX), med betydligt mindre försurande effekt än motsvarande mängd aluminiumsulfatlösning, injiceras tillsammans med sjövattnet till den översta decimetern sediment där flockbildningen sker. Med PAX-lösning kunde större doser tillsättas utan att pH i vattenmassan äventyrades, även om detta måste beaktas i varje enskilt fall.

Under 2000-talet utvecklades ett doseringsförfarande som bygger på en kvantifiering av den fosfor i sedimenten som med tiden kommer att mobiliseras och läcka till vattenmassan i form av löst fosfor (Rydin 2000). Eftersom bindningsförhållandet mellan fosfor och aluminium visade sig vara relativt konstant (Rydin m.fl. 2000), kan dosen beräknas med hänsyn till den fosfor som med tiden kommer att mobiliseras från sedimenten. Detta doseringsförfarande användes för första gången vid aluminiumbehandling av Flaten (Rydin 1999) samt inför behandling av ytterligare en handfull sjöar i Stockholmstrakten. Mängden mobil fosfor

har i dessa fall varierat mellan cirka 4 och 10 g P/m² och doser av 40-100 g Al/m² har använts vid behandling.

Utredningens syfte

Syftet med utredningen som presenteras i denna rapport var att bedöma om andra faktorer än det mobila fosforinnehållet och bindningseffektiviteten bör beaktas vid beräkning av aluminiumdos för bottenar med lågt respektive högt innehåll av mobil sedimentfosfor. Utredningen gäller specifikt Magelungen och Drevviken som var två av totalt sju vattenförekomster undersöktes 2016 av ALcontrol på uppdrag av Stockholms Stad, och för vilka mobila fosformängder och rekommenderade aluminiumdos beräknades (Svelander & Huser 2017). Utredningen utfördes 2018 av Naturvatten AB på uppdrag av Stockholms Stad.

Metodik

De bedömningar som lämnas i denna utredning baseras på erfarenheter genom egen forskning samt praktisk tillämpning. Därtill intervjuades Sten-Åke Carlsson vid Vattenresurs AB för att utifrån hans samlade erfarenheter ge rekommendationer om vad en minimi- respektive maximidos av aluminium bör vara utifrån andra faktorer än det mobila fosforinnehållet.

Bedömningar för Magelungen

Magelungen är tydligt övergödningsdrabbad men håller måttliga mängder läckagebenägen fosfor i sedimenten (Arvidsson & Rydin 2013). En utredning kring åtgärdsbehov för att uppnå god ekologisk status indikerar att den interna belastningen ändå är betydande i sammanhanget och bör åtgärdas (Stråe m.fl. 2017).

Anledningar till de låga mängderna mobil fosfor (3 g P/m^2) i Magelungens sediment diskuteras i Arvidsson & Rydin (2013). Även Svelander & Huser (2017) beräknade det mobila fosforförrådet till mellan 2 och 3 g P/m^2 , beroende på vattendjup. Den låga mängden mobil fosfor i sjöns grunda botten kan förklaras av att dessa bottenområden är av transportbottenkaraktär, det vill säga att näringsrikt finpartikulärt material förflyttas och fokuseras till sjöns djupare del. De grundare bottenarna håller alltså inte några stora förråd fosfor som kommer att läcka med tiden, utan utgör snarare ytor där planktonblomningar börjar brytas ner innan materialet fokuseras mot sjöns djupare del.

Baserat på det mobila fosforinnehållet gjordes en doseringsberäkning till mellan 27 och 42 g P/m^2 (Svelander & Huser 2017), med den lägre dosen till det dominerande botten djupet ($2\text{-}3 \text{ m}$) och den högre dosen för de djupaste bottenarna. Vid behandling med en dos lägre än 50 g Al/m^2 är det osäkert hur heltäckande flockbildning som kan åstadkommas. Rekommendationen från Vattenresurs AB är därför att behandla även bottenar med lägre mobila fosformängder med en dos av 50 g Al/m^2 , det vill säga med en högre dos än fosforförrådet indikerar. Syftet med detta är att säkerställa att ett långsiktigt effektivt fosforbindande skikt bildas. Ytterligare en anledning till att öka dosen till 50 g Al/m^2 ges av erfarenheter från behandling av Flaten, där mer fosfor än den som ingår i beräkningen av mobil fosfor tycks ha bundits in till det tillsatta aluminiumet. Vid den framgångsrika behandlingen av Flaten år 2000 tillsattes en högre dos (ca 60 g Al/m^2) än den som rekommenderades baserat på sedimentens innehåll av mobil fosfor (ca 40 g Al/m^2 , Rydin 1999). Vid tidpunkten för den behandlingen var erfarenheterna begränsade om hur mycket fosfor en given aluminiumdos kunde binda, varför en högre dos tillsattes för säkerhets skull. Trots den högre dosen visar nyligen genomförda undersökningar att huvuddelen av tillsatt aluminium i Flaten var mättat med fosfor (Schütz m.fl. 2017). Det kan tyda på att beräkningar av det mobila fosforinnehållet i sedimenten i vissa fall kan underskatta det verkliga förrådet. En annan orsak kan vara att fosfor som mobiliseras på sedimentytan ett par tre år efter behandlingen, beroende på hur snabb sedimentackumuleringen är, diffunderar ner och binds i det tillsatta aluminiumlagret.

Enligt ovanstående resonemang är bedömningen att 50 g Al/m^2 bör tillsättas vid behandling av Magelungens bottenar. Vid behandlingen måste hänsyn tas även till andra faktorer, så som buffertförmåga och pH-värde. Behandlas Magelungens grunda bottenar ($2\text{-}3 \text{ m}$) bör sedimentinjicering användas. Att fälla i vattenmassan med en flock som vilar på botten i stället för i den översta decimetern sediment, innan den efter ett par år täcks över, riskerar att leda till att flocken förflyttas och ansamlas på en mindre yta, förmodligen i sjöns djupare del.

Bedömningar för Drevviken

Till skillnad mot Magelungen håller den uppströms belägna sjön Drevviken högre mängder mobil sedimentfosfor än många andra övergödda sjöar; i genomsnitt 7 g P/m² på botten djupare än 3 meter (Svelander & Huser 2017). Efter att ha kompenserat för att en andel av det tillsatta aluminiumet bedöms bli inaktiverat av humusämnen rekommenderar Svelander & Huser att i genomsnitt 90 g Al/m² tillsätts sjöns sediment. Baserat på mängden fosfor i sedimenten i sjöns båda delar börjar behandlingsområdet vid tremeterskurvan. Samma utredning redovisar behandlingsområden i åtta olika zoner baserat på mängden fosfor i sedimenten, med den grundaste zonen från tremeterskurvan där mängden mobil fosfor beräknats till 3 g P/m² till sjöns djuphåla (ca 15 m) där det halterna är mer än fem gånger så höga (17 g P/m²). Till den grundaste zonen beräknas aluminiumdosen till 49 g Al/m², och till den djupaste 195 g Al/m² (Svelander & Huser 2017). Det tydliga sambandet mellan vattendjup och mängd mobil fosfor i sjöns botten belyser fokuseringen av den mobila fosfor till djupare botten och behovet av en ökande aluminiumdos med ökat vattendjup.

Den aluminiumdos som Svelander & Huser rekommenderar för Drevvikens grundaste zoner (49, 69 resp. 90 g Al/m²) ligger inom det intervall som är lämpligt att applicera vid ett och samma restaureringstillfälle. Den aluminiumdos som beräknas krävas för nästa djupzon uppgår till drygt 110 g Al/m², och botten i den djupaste zonen beräknas kräva nära 200 g Al/m². Någonstans kring 100 g Al/m² blir flocken så pass tjock att delar av den lägger sig ovanpå sedimentytan och riskerar då att förflyttas av vattenrörelser. Flocken kommer i och för sig att kompakteras med tiden, men att tillsätta mer än cirka 90 g Al/m² är inte att rekommendera. Förslagsvis tillsätts den aluminiumdos som beräknats till de översta 3 zonerna (se Svelander & Huser 2017) men att samma dos (90 g Al/m²) som beräknats för zon 3 även tillsätts till de djupare zonerna. Efter cirka ett decennium kan mätningar göras i sedimenten eller i bottenvattnet över de djupare botten för att bedöma när det tillsatta aluminiumet blivit mättat med fosfor. Motsvarande rekommendation lämnades för Brunnsviken där också aluminiumdoser betydligt över 100 g Al/m² beräknats (Rydin m.fl. 2016). Den tydliga fokuseringen av mobil fosfor i Drevvikens sediment med ökande vattendjup indikerar att vattenströmmar påverkar även djupare botten, vilket gör att ett flocklager vilande på sedimentytan (efter fällning i vattenmassan) riskerar att omfördelas och lämna bottenytan obehandlade.

Referenser

Arvidsson, M & Rydin, E. 2013. Fosforns fördelning i sju sjöars bottensediment inom Tyresåns avrinningsområde. Kvarnsjön, Gömmaren, Ådran, Trehörningen, Ormlången, Magelungen och Långsjön. Naturvatten i Roslagen AB Rapport 2013:8

Cooke GD, Welch EB, Peterson SA, Nichols SA. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Boca Raton (FL): CRC Press.

Rydin E 1999. Aluminiumdosering för inaktivering av rörlig sedimentfosfor i Flaten och Kyrksjön. Limnologiska avdelning, Uppsala Universitet.

Rydin, E. 2000. Potentially mobile phosphorus in Lake Erken sediment. Water Research 34(7):2037-2042.

Rydin E, Huser B J & Welch E B. 2000. Amount of phosphorus inactivated by alum treatments in Washington lakes. Limnology and Oceanography 45(1):226-230.

Rydin, E., P. Jonsson, M. Karlsson & A. Gustafsson. 2016. Läckagebenägen fosfor i Brunnsvikens sediment. Underlag för lokalt åtgärdsprogram. Naturvatten AB, Rapport 2016:34.

Schütz J, Rydin E and Huser B J. 2017. A newly developed injection method for aluminum treatment in eutrophic lakes: effects on water quality and phosphorus binding efficiency. Lake and Res. Manage. 33:2, 152-162.

Stråe, D., A. Gustafsson & D. van der Nat. 2017. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Magelungen och Forsån. WRS Rapport 2017-1014-A.

Svelander, M. & B. Huser. 2017. Undersökning av läckagebenägen fosfor i sediment i vattenförekomster inom Stockholms stad. ALcontrol Laboratories och SLU.