

PM

Fällning av läckagebenägen fosfor i sediment i Magelungen och Drevviken

Sammanfattning

Både Magelungen och Drevviken har enligt vattenmyndighetens statusklassning "otillfredsställande status". Underlag till lokala åtgärdsprogram har tagits fram för de båda sjöarna med belastningsberäkningar och förslag på åtgärder för att klara miljökvalitetsnormerna för vatten. En slutsats som dras i underlaget är att samtidigt som belastningen av fosfor från land måste minska kraftigt behöver internbelastningen från sedimenten upphöra. Internbelastningen kan åtgärdas genom s.k. aluminiumfällning, dvs. den läckagebenägna fosfor i sedimenten binds genom att en lösning av aluminiumklorid harvas eller plöjs ner från en pråm. Aluminium har sedan lång tid tillbaka använts för rening av dricksvatten men även för att fälla fosfor i avloppsvatten. Fällning av fosfor med aluminium är en väl beprövad metod som har använts under de senaste fyra decennierna i många sjöar med gott resultat. Innan en aluminiumfällning genomförs behöver ett samråd hållas enligt 12 kap. 6 § miljöbalken. Kostnaden för fällningen fördelas mellan kommunerna och beräknas till ca 26-29 Mkr för Drevviken och 6,5-7 Mkr för Magelungen. Effekterna av fällningen blir framför allt minskade näringshalter, ökat siktdjup och bättre miljö för flora och fauna i sjön. Den sammanvägda risken för negativa effekter av åtgärden bedöms av utredarna vara mycket liten men den behöver övervakas genom ett kontrollprogram.

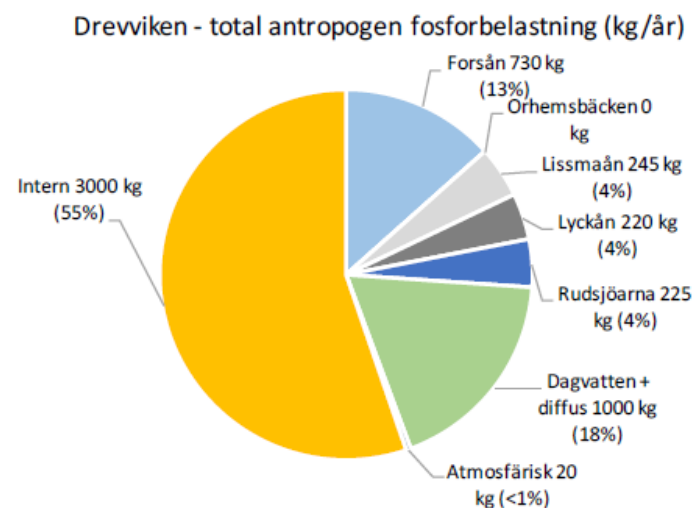
Bakgrund

I arbetet med att ta fram lokala åtgärdsprogram för Magelungen och Drevviken har WRS i Uppsala AB och Naturvatten AB haft i uppdrag av miljöförvaltningen i Stockholms stad att utreda olika källors bidrag till påverkan på de två sjöarna. Syftet har dels varit att kontrollera om vattenmyndighetens statusklassificeringar och förbättringsbehov stämmer, dels att föreslå vilka åtgärder som behövs för att miljökvalitetsnormerna ska kunna nås till år 2027. Uppdraget presenteras i rapporterna "Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Drevviken, reviderad 2017-10-25" och

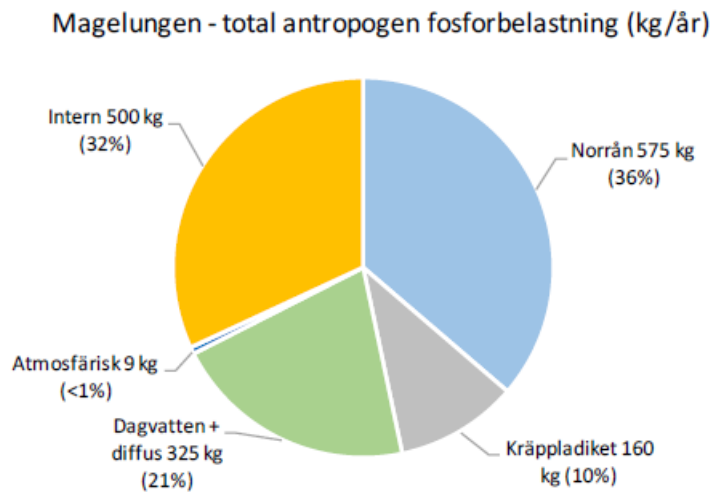
”Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Magelungen och Forsån, reviderad 2017-10-25”. Slutsatsen är att varken den ekologiska eller kemiska statusen uppnår miljökvalitetsnormerna i dagsläget och utan åtgärder kommer inte normerna att kunna följas. Den ekologiska statusen bedöms vara ”otillfredsställande” i båda sjöarna och den kemiska statusen ”uppnår ej god” i dagsläget. Att minska belastningen av fosfor är en av de viktigaste åtgärderna för att komma tillrätta med övergödningsproblematiken och för att på sikt kunna nå god ekologisk status.

Internbelastning i Magelungen och Drevviken

I det framtagna underlaget har en sammanställning av fosforflöden via olika källor till, inom och från sjöarna gjorts (se figur 1 och 2). I Drevviken beräknas den interna belastningen stå för mer än hälften av den totala antropogena fosforbelastningen till sjön och i Magelungen för ungefär en tredjedel. Internbelastningen är ett resultat av att den externa fosforbelastningen varit förhöjd under en lång tid. Ett fosforförråd har byggts upp i sedimenten vilket till slut, tillsammans med syrefria bottnar, leder till ett läckage av fosfor från bottnarna.



Figur 1. Total antropogen fosforbelastning (kg/år) till Drevviken (WRS AB och Naturvatten AB, 2017).



Figur 2. Total antropogen fosforbelastning (kg/år) till Magelungen (WRS AB och Naturvatten AB, 2017).

Parallellt med ovanstående uppdrag gällande underlag till lokala åtgärdsprogram fick ALcontrol AB i uppdrag att tillsammans med SLU undersöka storleken på den läckagebenägna fosfor i sediment i flera sjöar i Stockholms stad, bl.a. Magelungen och Drevviken. Resultaten presenteras i rapporten "Undersökning av läckagebenägen fosfor i sediment i vattenförekomster inom Stockholms stad" (2017). Undersökningen visar att internbelastningen är tydlig i båda sjöarna. Koncentrationen av mobil sedimentfosfor varierar mycket i Drevviken med högst koncentrationer i Trångsundet och i de södra djupa delarna. Även i Magelungen varierade koncentrationen av mobil sedimentfosfor men inte lika mycket som i Drevviken. Koncentrationen var högst i de djupa delarna liksom väntat. Den potentiella internbelastningen var som högst 17,6 mg/m²/d i Drevviken och 6 mg/m²/d i Magelungen. I båda sjöarna har Stockholm Vatten och Avfall uppmätt mycket höga fosforkoncentrationer i bottenvattnet (>1000 µg/l i Drevviken och >500 µg/l i Magelungen) tillsammans med mycket låga syrgaskoncentrationer (< 2 mg/l) vilket också indikerar hög internbelastning.

För att kunna nå miljökvalitetsnormerna för vatten krävs att internbelastningen upphör men även att belastningen av fosfor från land minskar kraftigt. Efter att en fosforfällning har genomförts är det alltså av yttersta vikt att fortsätta jobba med att minska belastningen från land och ett stort antal åtgärdsförslag presenteras i underlaget som WRS och Naturvatten tagit fram. Förbättringsbehovet för Drevviken uppgår till 515 kg P/år och för Magelungen till 135 kg P/år för landbaserade källor.

Internbelastningen måste reduceras helt i båda sjöarna om vi ska nå miljökvalitetsnormerna.

Fällningsmetod

Inom uppdraget gällande läckagebenägen fosfor i sjöar i Stockholms stad (ALcontrol AB, 2017) ingick även att utreda hur en behandling av sedimenten bör utföras för att minska internbelastningen och vilken mängd fällningslösning som behövs. I utredningen föreslås att den läckagebenägna fosfor binds med hjälp av aluminiumklorid som tillsätts i olika doser för olika djupintervall. Bindningen, eller fällningen, görs med så kallad PAX (polyaluminiumklorid) som injekteras eller harvas ned i de översta centimetrarna i sedimenten från en pråm. Fosfor kan även bindas genom att lösningen tillförs direkt i vattenmassan men bindningseffektiviteten blir då lägre. I Drevviken börjar behandlingsområdet vid 3 meters djup baserat på mängden fosfor i sedimenten i både norra och södra delen av sjön. Mängden aluminium som behövs varierar beroende på hur mycket rörlig fosfor det finns i sedimenten och spridningen kommer därför att ske i 8 olika zoner. Totalt bedöms att ca 387 ton aluminium behöver spridas på en bottenyta av 439 ha. Drevvikens totala yta är 571 ha vilket innebär att tre fjärdedelar av sjöns yta kommer att behandlas. I medel tillsätts 81 g aluminium/m². I Magelungen börjar behandlingsområdet vid 2 meters djup och spridningen föreslås ske i 3 olika zoner. Totalt bedöms att ca 40 ton aluminium behöver spridas på en bottenyta av 138 ha. Magelungens totala yta är 245 ha vilket innebär att lite mer än halva ytan kommer att behandlas. I medel tillsätts 29 g aluminium/m².

Det finns andra alternativa åtgärder för att minska internbelastningen i en sjö, t.ex. utpumpning av bottenvatten, bortförel av sediment genom muddring och syresättning av syrefattiga botten. Valet av metod beror av de förutsättningar som finns, bl.a. storleken på sjön, och vilka effekter metoden får. Aluminiumfällning bedöms vara den mest kostnadseffektiva metoden och är dessutom en väl beprövad metod.

Om en fällning av den läckagebenägna fosfor i sedimenten ska få en bestående verkan är det viktigt att samtidigt minska tillförelsen av fosfor från landbaserade källor. Då kan behandlingen av sedimenten få en bestående verkan. Om landbaserade åtgärder inte vidtas kommer behandlingen troligen att behöva upprepas inom en inte alltför lång tid.

Riskbedömning

Aluminium har sedan lång tid tillbaka använts för rening av dricksvatten men även för att fälla fosfor i avloppsvatten. Det är ett av våra vanligaste grundämnen och finns i både mark och sjösediment där det binder fosfor naturligt och bildar stabila mineraler som gibbsit. Fällning av fosfor med aluminium är en väl beprövad metod som har använts under de senaste fyra decennierna i många sjöar. Effekten av en aluminiumbehandling ger en förbättrad vattenkemi och livsmiljö för vattenlevande organismer men det är även nödvändigt att titta på eventuella risker vid en behandling. I ALcontrol AB:s rapport om läckagebenägen fosfor i Stockholms stad (ALcontrol AB, 2017) görs en genomgång av eventuella risker vid en aluminiumbehandling såsom ökad transport av metaller och organiska miljögifter och risker för djur och natur.

De negativa kemiska effekterna av en aluminiumbehandling kopplas främst till pH. När man tillsätter aluminium till vatten frigörs vätejoner vilket gör att pH kan sjunka beroende på vilken buffringsförmåga vattnet har. Många vattenlevande organismer klarar inte en sur livsmiljö och flera metaller och organiska miljögifter får en ökad löslighet vid lågt pH. Aluminium förekommer i olika former och kan vara toxiskt vid mycket lågt och mycket högt pH men risken bedöms vara försumbar vid neutrala förhållanden (pH 6-9). I både Magelungen och Drevviken råder neutrala pH förhållanden. När Långsjön, som ligger på gränsen mellan Stockholm och Huddinge, behandlades sänktes pH med enbart 0,4 enheter från 7,1 till 6,7. För att motverka sänkning av pH har den polyaluminiumklorid som föreslås för behandling även fått en buffrande förmåga vilket gör att inga stora sänkningar av pH förväntas ske.

Fisk påverkas av sänkt pH men det finns inget som tyder på att en behandling kommer att ha negativa effekter på fisksamhället när pH är neutralt. Efter behandling av sjön Flaten i Stockholm påvisades inte heller några negativa effekter på fisken i sjön

Den största negativa effekten som förväntas är den störning som temporärt kan ske av t.ex. bottenfaunasamhället när slangarna förs längs med botten några centimeter ner i sedimenten och att bottenfaunan kan ha problem att ta sig igenom den flock som bildas. Effekten är dock i regel kortvarig och bottenfaunasamhället påverkas inte nämnvärt. Gällande plankton förväntas den största effekten bli positiv med en minskad mängd växtplankton och ändrad artsammansättning, som följd av en minskad fosforhalt i sjön.

Det finns många exempel på sjöar som har fällts med gott resultat, bl.a. Långsjön i Stockholm och Huddinge samt Trekanten och Flaten i Stockholm, och utredningar som visar att inga påtagliga negativa effekter kan förväntas. I Växjö har en miljökonsekvensbeskrivning tagits fram inför fällningen av Växjösjöarna (ALcontrol AB, 2016). Där görs bedömningen att en aluminiumbehandling inte kommer påverka flora och fauna negativt utan den kommer snarare gynna den biologiska mångfalden med hänsyn till sammansättning av fisksamhället, ökad utbredning av makrofyter samt större variation i plankton- och bottenfaunasamhället.

Fosforfällning har även använts i brackvatten. Under 2012 och 2013 genomförde stiftelsen Baltic Sea 2020, inom projektet ”Levande kust”, en motsvarande fällning av läckagebenägen fosfor i Björnöfjärden, Säbyviken och Torpe-Infjärden i Värmdö kommun med gott resultat. Siktdjupet ökade på några veckor med 1-2 meter vilket upplevdes som en drastisk förbättring av vattenkvaliteten. Forskare på SLU har gedigen erfarenhet av fosforfällning och har inför utredningen av fosforfällning i Östhammarfjärden i Östhammars kommun utrett möjliga effekter av en aluminiumfällning (Brian, H & Köhler, S., 2012). De bedömer att de negativa effekterna blir obetydliga jämfört med ökningen av det akvatiska samhällets ekologiska status efter en behandling.

Sammanfattningsvis är bedömningen att risken för negativa effekter på miljön är mycket liten vid en aluminiumbehandling. Riskerna beskrivs mer utförligt i ALcontrol AB:s rapport. För att närmare kunna bedöma riskerna i just Magelungen och Drevviken kan man göra en modellering och testa vattnet från sjöarna innan själva fällningen genomförs.

Tillståndsprövning m.m.

Innan åtgärden genomförs behöver det klargöras vilken typ av verksamhet en fällning utgör enligt miljöbalken och därmed om den kräver ett tillstånd eller om det räcker med en anmälan. Baltic Sea 2020 hanterade fällning genom ett samråd enligt 12 kap 6 § miljöbalken, eftersom åtgärden genom bl.a. det förbättrade siktdjupet innebär att naturmiljön förändras väsentligt. Efter att ha haft samråd med berörda mark-/vattenägare samt andra intressenter anmäldes åtgärden till länsstyrelsen i Stockholms län som svarade med ett föreläggande om vissa skyddsåtgärder och begränsningar.

Ett beslut till följd av samråd enligt 12 kap. 6 § miljöbalken enligt ovan har dock, till skillnad från ett tillstånd enligt miljöbalken, ingen rättskraft. Vid en åtgärd i ett vattenområde med så många

intressenter som Drevviken och Magelungen skulle ett rättskraftigt tillstånd som gäller mot alla vara önskvärt. Den föreslagna åtgärden omfattas inte av tillståndsplikt enligt miljöbalken, men om de planerade åtgärderna kan anses falla in under definitionerna av miljöfarlig verksamhet enligt 9 kap. miljöbalken eller vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken, skulle en möjlighet vara att söka frivilligt tillstånd enligt 9 kap. 6 b § alternativt 11 kap. 9 § 2 stycket miljöbalken.

Den föreslagna åtgärden innebär i detta fall i praktiken att en lösning av aluminiumklorid injekteras eller harvas ned i sjöbotten från en pråm.

Enligt miljöförvaltningens bedömning kan verksamheten inte anses utgöra *vattenverksamhet* enligt definitionen i 11 kap. 3 § miljöbalken. Länsstyrelsen i Stockholms län har meddelat att man delar den uppfattningen.

Frågan är då om tillstånd skulle kunna sökas till miljöfarlig verksamhet. Åtgärden vidtas från en pråm, kan inte sägas utgöra användning av mark, byggnad eller anläggning och saknar därmed också den fastighetsanknytning som förutsätts för att det ska vara fråga om *miljöfarlig verksamhet* enligt 9 kap. 1 § miljöbalken. Utsläppet avser dessutom inte heller något fast ämne, och det är miljöförvaltningens uppfattning att det inte medför någon risk för olägenhet för människors hälsa och miljön och inte utgör en förorening. Mot denna bakgrund kan åtgärden inte anses falla in under den gängse definitionen av miljöfarlig verksamhet i 9 kap. 1 § miljöbalken. Det skulle kunna diskuteras huruvida åtgärden utgör sådant avhjälpande som avses i 28 § förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Det förutsätter att de syrefria bottarna betraktas som föroreningsskada enligt 10 kap. miljöbalken. För anmälningsplikt enligt 28 § förutsätts vidare att åtgärden kan medföra ökad risk för spridning eller exponering av föroreningarna och denna risk inte bedöms som ringa. Inte heller den förutsättningen är för handen. Sammanfattningsvis bedömer miljöförvaltningen att åtgärden i vart fall inte uppenbart är att hänföra till miljöfarlig verksamhet.

Sammantaget är det miljöförvaltningens uppfattning att det troligen inte är möjligt att få tillstånd till verksamheten enligt miljöbalken.

Åtgärden kommer dock att väsentligt ändra naturmiljön och ska då under alla omständigheter anmälas till länsstyrelsen enligt 12 kap. 6 § miljöbalken, som har möjlighet att förelägga om skyddsåtgärder och försiktighetsmått.

Oavsett vilken form av miljörättslig prövning som kan bli aktuell enligt ovan är det givetvis en förutsättning för att åtgärden ska kunna komma till stånd att samtliga kommuner kommer överens om förutsättningarna för kommunernas samarbete rörande åtgärden, såsom rådighet och tillträde till vattenområde m.m.

Verksamhetsutövare och bärare av kostnaderna för åtgärden

Stockholms stad åtar sig att vara ansvarig verksamhetsutövare för åtgärden. Vilken del av staden, förvaltning eller bolag, som kommer att genomföra åtgärden, stå för samråd med mark- och vattenägare och för ansökan/anmälan enligt lämpligt lagrum kommer att beslutas i ett senare skede.

Den beräknade kostnaden för fällning uppskattas preliminärt till ca 6,5-7 Mkr för Magelungen och ca 26-29 Mkr för Drevviken (mailväxling med Vattenresurs, 2018-01-31). På grund av Drevvikens storlek beräknas behandlingen göras på 3 år medan Magelungen troligtvis kan behandlas på 1 år. Förslagsvis fördelas kostnaden mellan kommunerna som ett *medelvärde* (procent) enligt Tabell 1. Medelvärdet utgörs av en hopslagning av kostnaden för fällning efter varje kommuns andel av belastningen till respektive sjö (inkl. uppströms belastning), varje kommuns andel av befolkningen inom respektive avrinningsområde (inkl. befolkning uppströms) samt hur stor del av sjöytan som ligger inom respektive kommun. Att använda sig av ett medelvärde bedöms vara mest rättvisande.

Tabell 1. Förslag på kostnadsfördelning mellan kommunerna: medelvärde av respektive kommuns andel av belastning, befolkning och sjöyta (procent).

Drevviken	Belastning	Befolkning	Sjöyta	Medel
Stockholm	16%	30%	33%	26%
Huddinge	42%	44%	28%	38%
Haninge	36%	22%	20%	26%
Tyresö	6%	4%	19%	10%
	100%	100%	100%	100%

Magelungen	Belastning	Befolkning	Sjöyta	Medel
Stockholm	16%	30%	52%	33%
Huddinge	84%	70%	48%	67%
	100%	100%	100%	100%

Mark- och vattenägare som berörs och andra intressenter

En kartläggning behöver göras av de mark- och vattenägare som kan beröras direkt av åtgärden och som bör inbjudas till ett samråd. Även intressenter som inte är mark-/vattenägare bör bjudas in till samrådet, såsom fiskevårdsföreningar, Naturskyddsföreningen, båtklubbar, koloniföreningar m.fl. Inbjudan bör dels riktas direkt till dessa intressenter och dels annonseras i lokalpress. Stockholms stad bekostar utredningen.

Uppföljning

I syfte att följa effekterna av en eventuell aluminiumbehandling har ALcontrol AB tagit fram ett förslag på uppföljningsprogram som kan komplettera Stockholms stads nuvarande övervakning i Magelungen och Drevviken. Kostnaden för uppföljningen fördelas mellan de olika kommunerna.

Tidsplan

Projektet beräknas starta våren 2018 med en konsultutredning för att klargöra vilka mark- och vattenägare som berörs av fällningen. Under 2018 upphandlas även genomförandet av samråd enligt 12 kap. 6 § miljöbalken. Själva fällningen kommer att genomföras med start 2019 i Magelungen och 2020 i Drevviken.

Referenser:

ALcontrol AB (2016) Miljökonsekvensbeskrivning:
Aluminiumbehandling av bottensediment samt anläggande av
dammvall och modifiering av skibord

ALcontrol AB (2017) Undersökning av läckagebenägen fosfor i
sediment i vattenförekomster inom Stockholms stad.

Brian, H & Köhler, S. (2012) Potential toxicity and chemical
processes of aluminium addition for sediment phosphorus control in
Östhammarsfjärden. SLU rapport 2012:02

Vattenresurs (2018) Mailväxling med Sten-Åke Carlsson
innehållande preliminära uppgifter om kostnad, daterad 2018-01-31.

WRS AB & Naturvatten i Roslagen AB (2017) Underlag till lokalt
åtgärdsprogram för Drevviken, reviderad 2017-10-25.

WRS AB & Naturvatten i Roslagen AB (2017) Underlag till lokalt
åtgärdsprogram för Magelungen och Forsån, reviderad 2017-10-25.