

PM

Kommentarer kring koppar i Stockholms ytvatten

WSP har av Stockholms Miljöförvaltning blivit ombedd att granska och kommentera en rapport om metaller i centrala Stockholms ytvatten (Jönsson, 2011). Rapporten är främst inriktad på två aspekter rörande metaller i Östra Mälaren och Saltsjön:

- bedöma vilka spridningskällor och geokemiska processer som reglerar metallhalter i ytsediment
- bedöma om metaller i ytvatten eller sediment utgör en risk för negativa effekter på ekosystemet.

Rapporten innehåller en lång rad längre resonemang, och alla dessa antaganden och resonemang kan inte rimlighetsbedömas i detta sammanhang. WSP har därför fokuserat på följande slutsatser som presenteras i rapporten:

1. Metallhalter och belastning är betydligt större i Saltsjön än i Östra Mälaren.
2. Metaller utgör inga risker för ekosystemet.

Det finns flera undersökningar av föroreningar och sedimentackumulation i dessa områden som föregår IVLs rapport. Vissa av dessa är betydligt mer omfattande. Det har också bedrivits omfattande utredningar kring metallemissioner i Stockholm, främst inom forskningsprogrammet Metaller i Stad och Land som avslutades för drygt tio år sedan. Föreliggande rapport bygger till stora delar på dessa tidigare emissionsutredningar.

Metallhalter

Halterna av Cu och Cd är högre i Saltsjön än i Östra Mälaren.

Det är svårt att följa analysen som presenteras. Först visas utifrån sammanställning av flera undersökningar att halterna av dessa metaller i ytsediment har minskat över tid. Därefter testas om halterna i ytsediment år 2010 skiljer sig mellan Mälaren och Saltsjön. De enda prov på ytsediment som är från 2010 är de sex som provtagits och undersökts av IVL i denna studie (Jönsson, 2011). Testen uppges dock baseras på samtliga data från figur 19-23, dvs prov från 1998-2010 med en övervikt på äldre prov och totalt 11 och 9 prov från Östra Mälaren respektive Saltsjön.

En mer omfattande sammanställning av halterna i ytsediment från dessa områden utfördes inom Projekt Slussen där en ytterligare undersökning också genomfördes. En statistisk analys (t-test eller Mann-Whitney) av resultat från 16 (Mälaren) respektive 18 prov (Saltsjön) på ytsediment som är mer samlade i tid (provtaget 2002 och 2008; Tyréns, 2010; Sternbeck m.fl., 2003) visar följande:

- Cd, Cu och Hg är högre i Saltsjön än i Östra Mälaren
- För Pb och Zn kan ingen skillnad påvisas
- Ni är högre i Mälaren än i Saltsjön.

Slutsatsen är att även mer omfattande data stödjer Jönssons slutsats om något högre halter av koppar och kadmium i Saltsjön relativt östra Mälaren.

Belastning

IVLs rapport syftar bl.a. till att identifiera vilka spridningskällor som orsakar den allmänna förekomsten av metaller i sedimenten. De källor som beaktas är 1) uppströms belastning från Mälaren, 2) trafikdagvatten, 3) dagvatten som påverkas av läckage från byggnader samt 4) reningsverken som mynnar i Saltsjön.

Koppar från båtbottnfärger har inte beaktats, liksom inte heller belastning från förorenade markområden samt spridning från särskilt förorenade sedimentområden. Vi kan i detta PM inte bedöma den relativa betydelsen av dessa tänkbara källor, men vill ändå poängtera att andra källor än de som tas upp i IVLs rapport än tänkbara. Utifrån en omfattande undersökning av Saltsjöns sediment (Jonsson, 2010) menar Per Jonsson att spridning från de förorenade bottenarna vid Beckholmen är den enskilt största källan av bl.a. koppar till Saltsjöns sediment. Detta baserar han på tydliga haltgradienter i sedimenten från Beckholmen och utåt. Beckholmen står för ca 30% (dvs ca 500 kg/år) av den årliga inlagringen av koppar i Saltsjöns botten. Jonsson (2010) hävdar också, utan tydliga belegg, att de stora flöden av metaller som rör sig i området genom Mälarens utflöde bara passerar utan att sedimentera.

Högre kopparhalter i Saltsjön än i Riddarfjärden beror på flockning i saltvattenmiljön

IVLs rapport visar bl.a. på att inlagringen av koppar i Saltsjöns sediment är avsevärt större än i Östra Mälaren. Dessa uppgifter är naturligen behäftade med stor osäkerhet eftersom det bygger på extrapolering från mycket få provpunkter. I tabellen nedan jämförs dessa uppgifter med tidigare kvantifieringar. Områdenas geografiska avgränsningar skiljer något mellan studierna. Det är en förvånansvärt liten spridning i resultaten. Den största skillnaden rör inlagring i Östra Mälaren. IVLs studie ger en fem gånger större inlagring i Saltsjön än i Mälaren, vilket är ett av argumenten för att koppar faller ut i Saltsjön genom flockning. Den äldre studien från Sternbeck (2000) ger en betydligt mindre skillnad. Vilket som är närmast sanningen är svårt att avgöra, men det är tydligt att olika undersök-

ningar kan ge lite divergerande svar, och att man bör beakta den osäkerhet som denna typ av uppgifter har innan alltför definitiva slutsatser dras.

Tabell 1. Inlagring av koppar i sedimenten, kg/år, enligt tre olika studier.

Område	IVL 2011	Jonsson 2011	Sternbeck 2000
Östra Mälaren inkl. Riddarfjärden	400	ingen uppgift	940 ± 280
Saltsjön	2000	1800	1400 ± 400

De lokala källorna till koppar är framförallt trafikdagvatten.

I forskningsprogrammet Metaller i Stad och Land genomfördes omfattande arbeten för att identifiera och kvantifiera de material och verksamheter i Stockholm som orsakade spridning av metaller. Angreppssättet var i huvudsak teoretiskt och det kan för vissa källor vara svårt att validera empiriskt. IVL utgår från dessa arbeten samt senare framtagna emissionsfaktorer för metaller från vägtrafik. Att med säkerhet bevisa vilka källor och processer som orsakar det höga metallhalten i en urbanmiljö såsom Stockholm är komplicerat.

IVLs rapport innehåller längre diskussioner om biogeokemiska processer som kan påverka metaller spridning och sedimentation. Diskussionen är underbyggd med generella påståenden om vad som reglerar metallers vattenkemi samt traditionella provtagningar av ytvatten vid ett enskilt tillfälle. Riddarfjärden och särskilt Saltsjön är dock mycket dynamiska miljöer och betydande inomårsvariationer kan förväntas både vad gäller belastning, vattenomsättning, bildning av metallbindande ligander mm. Bevisvärdet kan ses som måttligt om allmänna påståenden om olika för metaller viktiga processer stöds med konventionella vattenanalyser från ett tillfälle. Det finns dessutom mer data tillgängligt från dessa områden, som inte använts av IVL.

För att starkare kunna koppla metallförekomsten i sedimenten till olika källor och processer bedömer WSP att det behövs ett mer omfattande empiriskt underlag från dessa områden. Med hjälp av t.ex. sedimentfällor kan man studera hur sedimentationen av t.ex. koppar varierar över tid, och i relation till styrande faktorer. Vattenprov från ett tillfälle kan inte belysa dessa dynamiska förhållanden. Alternativt kan också olika källor spåras med hjälp av t.ex. multivariata statistiska metoder eller möjligen med isotopdata för olika föroreningar.

Risker för ekosystemet

Bottnarna i Stockholm är förorenade av många olika ämnen och det medför en svårighet i att påvisa orsakssamband mellan enskilda föroreningar och påverkan på organismer, och även att påvisa motsatsen, dvs att föroreningarna inte orsakar några negativa effekter.

andra faktorer kan också ha betydelse, t.ex. att bottnarna i Saltsjön tidvis uppvisar dåliga syreförhållanden.

Risker för effekter i ytvatten är för koppar starkt beroende av metallens förekomstformer. Många vetenskapliga studier har visat att koppars biotillgänglighet för t.ex. alger inte är en konstant utan kan variera mycket starkt över året och beroende bl.a. på totala kopparhalter (se t.ex. Sternbeck, 2000). I andra områden har man genom detaljerade studier vid olika tillfällen kunnat länka ökad biotillgänglighet av koppar i ytvatten till negativa effekter på växtplankton, även vid relativt måttliga halter totalkoppar. Det är dock inte en helt trivial uppgift att upptäcka denna typ av toxiska effekter. Det finns därför anledning att tillämpa försiktighetsprincipen.

IVLs studie innefattar också en kemisk metod för att skatta biotillgänglighet i sediment, den sk SEM-AVS-metoden. Metoden har använts internationellt i många studier och i flera fall kunnat ge en bättre bild av risk för effekter än vad totalhalter ger. Resultaten tolkas som att sediment inte är toxiska vad avser metaller. Omfattande bottenfaunaundersökningar i Riddarfjärden (Medins 2008) visar generellt god status på bottenfaunan, men ända att sk mundelsskador förekommer i fjädermygglarver. Det är ett tydligt tecken på exponering för föroreningar, troligen metaller. ITM (Lithner m fl 2001) har också tydligt visat att bl.a. koppar bioackumuleras i fjädermygglarver i dessa sediment.

SEM-AVS-metoden bygger på antagandet att exponering sker via porvatten och att vid höga sulfidhalter (AVS) så blir metallösligheten mycket låg. Två invändningar kan framföras. Undersökningen är gjord på 8-10 cm tjocka sedimentskikt. I många liknande miljöer förekommer sulfid först några cm ned i sedimenten, och där fri sulfid förekommer trivs inte bottenfaunan. Dessa organismer lever därför ytligare i sedimenten. Det vore därför intressant även med studier bara av de ytligare sedimenten.

En annan invändning är att många sedimentlevande organismer äter sediment, och att även partiklar kan ha stor betydelse för deras metallexponering. Experiment utförda på sediment från Saltsjön tyder också på att födan är betydligt viktigare än porvattnet för hur metaller tas upp i vitmärla (Eriksson Wiklund och Sundelin, 2002). Det är också internationellt känt att SEM-AVS inte kan ge en fullständig bild av sedimentbundna metallers toxicitet, även om det i många fall är avsevärt bättre än totalhalter (t.ex. Simpson och Bately, 2007).

Slutkommentar

Koppar är en essentiell metall men det är välkänt att ökade halter i miljön kan skada i första hand växter men även andra organismer. I Kemikalieinspektionens PRIO-lista är många kopparsalter av denna anledning klassade som riskminskningsämnen. Att med god precision kunna visa vilka processer som reglerar transport, löslighet, sediment och toxi-

citet i en så dynamisk och komplex miljö som Riddarfjärden och Saltsjön kräver omfattande och dynamiska studier.

Den tillämpade metoden för att undersöka sedimenten är ett välkommet bidrag till bedömningen av dessa sediments toxicitet i dessa områden. WSPs bedömning är dock att det är en mer grannliga uppgift att helt kunna utesluta risken för exponering och effekter i dessa sediment.

Referenser

Eriksson Wiklund A.K. och Sundelin B. (2002) Bioavailability of metals to the amphipod *Monoporeia affinis*: interactions with authigenic sulfides in urban brackish-water and freshwater sediments. *Environ. Toxicol. Chem.*, 21, 1219-1228.

Jonsson, P. (2010) Spridning av föroreningar från Beckholmen – sedimentundersökning i Stockholms hamn. – JP Sedimentkonsult HB, Djurhamn. 81 pp.

Jönsson A. (2011) Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in sediments in the citycentre of Stockholm, Sweden. IVL rapport B2013.

Lithner, G., Holm, K. & Ekström, C., (2001) Metaller och organiska miljögifter i vattenlevande organismer och deras miljö i Stockholm 2001. – ITM rapport 108, Stockholm Universitet.

Medins AB. (2008) Bottenfauna upp- och nedströms Slussen 2008. – Medins Biologi AB, Mölnlycke. 114 pp.

Simpson S.L. och Batley GE (2007). Predicting metal toxicity in sediments: a critique of current approaches. *Integr Environ Assess Manag.* 3, 18-31.

Sternbeck J (2000) Uppträdande och effekter av koppar i vatten och mark. IVL Rapport B1349.

Sternbeck, J., Brorström-Lundén, E., Remberger, M., Kaj, L., Palm, A., Junedahl, E. & Cato, I., (2003) WFD Priority substances in sediments from Stockholm and the Svealand coastal region. – IVL-Rapport B 1538.

Tyréns (2010-03-26) Sedimentundersökning.

Stockholm 2014-01-30

WSP Environmental

John Sternbeck