

KARIN EKLÖF • KEVIN BISHOP

Export av kvicksilver till akvatiska miljöer – skogsbrukets påverkan



Foto: Caroline Hägglund

- Skogsbruk har i tidigare studier visat sig öka kvicksilverhalterna i vattendrag. Man kan förvänta sig att belastningen av den totala mängden kvicksilver (THg) och av metylkvicksilver (MeHg) påverkas då skogsbruk leder till ökat flöde och ändrade flödesvägar, ökad metylering där syrefria miljöer skapas, samt en ökad transport av organiskt material från mark till vatten.
- Det verkar finnas en stor variation i hur olika marker svarar på en påverkan från skogsbruk. Tidigare studier har visat på dramatiska ökning av halterna av THg och MeHg i ytvatten efter skogsbruk, medan dessa dramatiska effekter har uteblivit i några senare studier.
- Den relativt begränsade responsen i de senare studierna kan vara ett resultat av omdömesgillt utförd skogsbruk och/eller en variation mellan olika marker i känslighet för den störning som skogsbruket medför.
- För att få en förståelse för hur skogsbruket påverkar kvicksilverhalter, bör man även försöka förstå vad som styr de kraftiga naturliga variationerna av kvicksilver i både tid och rum. Vattenflödet har här visat sig vara en nyckelfaktor.

ett intensivare skogsbruk är en möjlighet för att möta ett stigande behov av biomassa. Resultat från tidigare studier kring skogsbrukets påverkan på vattenkvaliteten har dock visat på öknings i koncentrationer av kvicksilver, partiklar och löst organiskt material vilka höll i sig i några år efter avverkning, markberedning eller dikning. Dessa resultat baseras dock på väldigt få studier. Då höga kvicksilverhalter i fisk idag är ett allvarligt miljöproblem i en stor del av den boreala regionen, är det av största vikt att förstå skogsbrukets bidrag till dessa. I två fältområden, i Närke samt Västerbotten, har skogsbrukets påverkan på kvicksilverhalter i vattendrag efter stubbskörd och avverkning/markberedning studerats.

Påverkan från avverkning och markberedning

I en lokal i Västerbotten har påverkan på vattenkvaliteten efter avverkning och markberedning studerats. Området består av tre delområden med olika behandling: avverkat och markberett med buffertzon längs bäcken, helt avverkat och markberett samt ej avverkad referensskog. Data har samlats in sedan 2004. Områdena avverkades 2006 och markbereddes 2008. Detta försöksupplägg ger oss möjlighet att jämföra effekten av avverkning med den från den efterföljande markberedningen.

Efter avverkningen steg koncentrationen av THg med ca 15 % i de avverkade områdena, men ökningen var endast signifikant i det avverkade området med buffertzon. Koncentrationerna av MeHg ökade inte efter avverkning vid jämförelse med referensområdet. Avverkningen orsakade en ökning av flödet med runt 30 %. Detta ökade transporten av THg och MeHg ut från de behandlade områdena, dock inte signifikant. Upp till ett år efter markberedning observerades att markberedningen orsakat en ökning av koncentrationen THg på 25 % i förhållande till efter avverkningen. Markberedningen orsakade inga öknings i koncentrationen av MeHg. Trots att vissa områden svarade med förhöjda koncentrationer eller transporter efter behandling är ökningarna inte alls i nivå med de dramatiska öknings man sett i tidigare studier.

Stubbskörd jämfördes med traditionell markberedning

Stubbskörd är en möjlig metod för att öka uttaget av förnybar energi från skogen. Det är dock viktigt att väga de miljömässiga fördelar som ett ökat bibränsleuttag medför mot eventuella risker

Metod

Bäckvatten har provtagits två gånger per månad under basflöden och oftare under höglödesperioder. Från bäckvattenproven har den totala mängden kvicksilver (THg), metylkvicksilver (MeHg), organiskt kol, partiklar och näringsämnen analyserats. Mätningar av vattenflödet har utförts i överfallsdammar (Figur 1) för att kunna beräkna transporter av de olika ämnena från respektive område samt för att studera hur flödet påverkar dessa ämnen.



FIGUR 1. Dammkonstruktion med V-överfall och mätinstrument. Foto Karin Eklöf.

som störningen från stubbskörden kan orsaka. Tidigare studier av stubbskördens effekter på markkemin har utförts men kunskapen om stubbskördens påverkan på ytvatten är idag bristfällig. Då stubbskörd ofta inte följs av någon traditionell markberedning syftar denna studie till att jämföra påverkan från stubbskörd med den från traditionell markberedning. I ett försöksområde i Bergslagen har den kemiska sammansättningen av bäckvatten från en stubbskördad lokal, en markberedd lokal och ett orört skogsområde studerats under tre år. Stubbskörd och markberedning utfördes efter att ett års referensdata samlats in.

Stubbskörd visar i denna studie ingen tendens till att orsaka förhöjda koncentrationer av kvicksilver, organiskt kol, partiklar eller näringsämnen i relation till den traditionella markberedningen. Inte heller i jämförelse med skogsreferensområdet visade resultaten på någon förhöjning av dessa ämnen i det stubbskördade området.

Under hela provtagningsperioden låg koncentrationerna av THg och MeHg något högre i det markberedda och det stubbskördade området än i de orörda referensområdena vilket kan tyda på en avverkningseffekt. Då studien enbart

fokuserar på stubbskördens påverkan och provtagningen startade efter det att avverkning utförts kan vi inte säga något om avverkningens påverkan på vattenkvaliteten.

Dramatiska skogsbrukseffekter utblev, men stora variationer i tid och rum

Effekter kan vara så mycket mer än bara medelvärden av koncentrationer och vi har därför studerat variationer över tiden av de olika ämnena mellan provtagningsområdena och i relation till flödet, både över hela provtagningsperioder samt under kortare höglödesepisoder. För THg och organiskt kol visade sig variationen över tiden delvis påverkas positivt av flödet. De högsta koncentrationstopparna inträffade dock i vissa områden under lågflödesperioder. Koncentrationerna av MeHg var mycket låga under höglödesperioder och koncentrationstoppar inträffade under de torra sommarmånaderna. I likhet med tidigare studier fanns ett starkt samband mellan THg och organiskt kol, medan MeHg och organiskt kol uppvisade ett mycket svagare samband. Det var inte bara över tiden som koncentrationerna av kvicksilver varierade stort. Även mellan olika studier och områden

fanns en stor variation. I stubbskördstudien i Närke varierade medelkoncentrationerna av THg mellan 5–8 ng/L i de orörda referenserna och mellan 9–11 ng/L i det stubbskördade och markberedda området.

I avverknings/markberedningsstudien i Västerbotten låg koncentrationerna av THg runt 5 ng/L både före och efter avverkning. I samma studie gick medelkoncentrationen av MeHg aldrig över 0,6 ng/L. I stubbskördstudien varierade medelkoncentrationerna mellan 0,9 och 1,1 ng/L i skogsreferensområdet och mellan 1 och 2 ng/L i det stubbskördade och markberedda området. I en studie

av 19 opåverkade vattendrag, utspridda över hela Sverige, varierade THg-koncentrationerna mellan 0,5–4 ng/L, vilket inte ens är hälften av koncentrationerna i stubbskördstudien i Närke. En förståelse för faktorer som påverkar variationen av kvicksilver i tid och rum kan bidra till en förståelse också för den variation i respons på skogsbruk som vi ser mellan olika områden.

Stora variationer i respons mellan olika studier

De studier som har gjorts kring skogsbrukets påverkan på exporten av kvicksilver till akvatiska miljöer har visat på

varierande resultat. Variationen i respons kan ha flera orsaker, såsom en variation i tillämpning av ekologisk hänsyn vid utförandet av skogsbruksåtgärderna och/eller en variation i känslighet för skogsbruk mellan olika områden. Den stora variationen i respons gör att man måste vara försiktig med att dra generella slutsatser från enskilda områden. En förståelse för vilka faktorer som påverkar den naturliga variationen i export av kvicksilver till vattendrag, samt vad som orsakar variationen i känslighet för skogsbruk mellan olika områden, kommer att ge en klarare bild av skogsbrukets bidrag till kvicksilverbelastningen i svenska vatten.

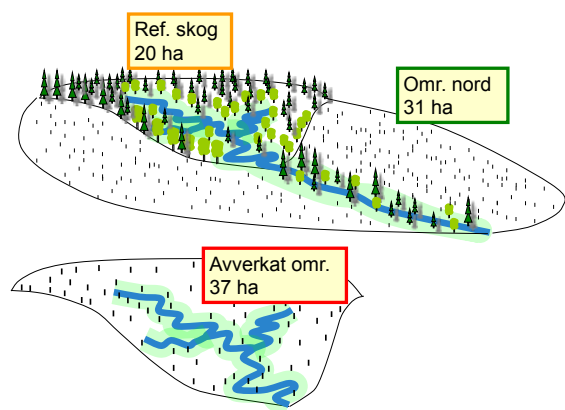
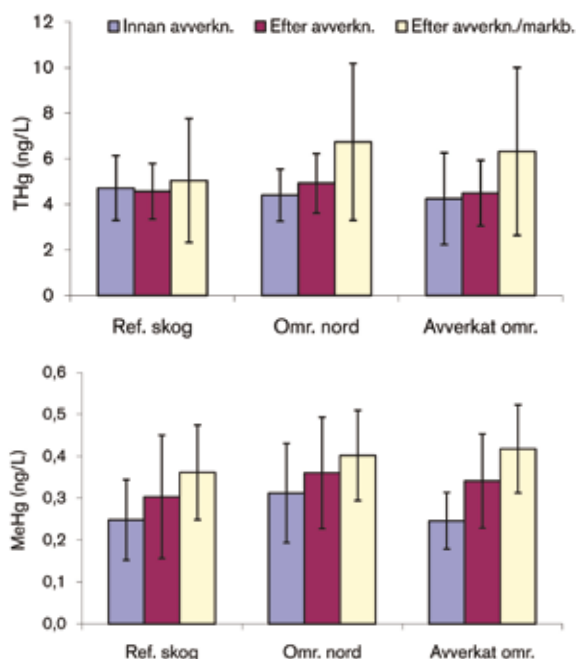
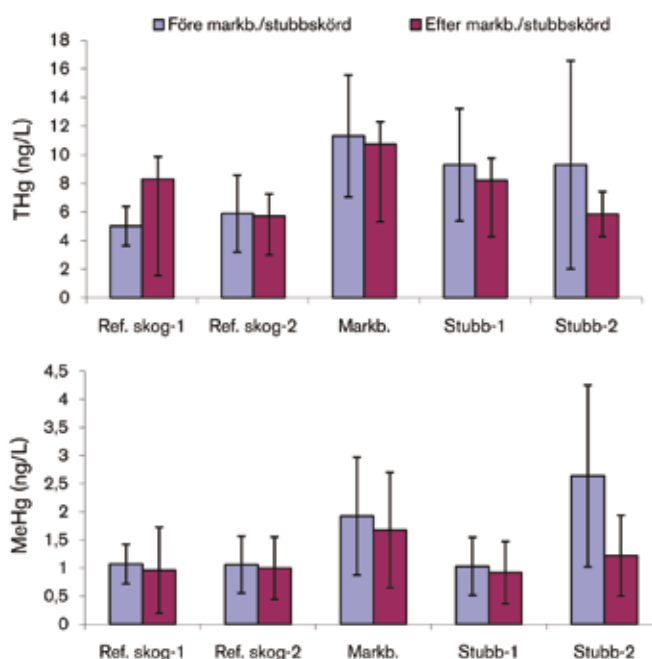


Foto: Kevin Bishop



FIGUR 2. Medelkoncentrationer av totala mängden kvicksilver (THg) och metylkvicksilver (MeHg) innan avverkning (2004–2006), efter avverkning (2006–2008) och efter markberedning (2008–2009) för de olika behandlingarna; avverkat/markberett med bufferson (Omr. nord), helt avverkat/markberett (Avverkat omr.) och referensskog (Ref. skog).



FIGUR 3. Medelkoncentrationer av totala mängden kvicksilver (THg) och metylkvicksilver (MeHg) från stubbskördprojektet i Närke. Studien innefattar fem delområden; två referensskogsområden (Ref. skog 1–2), två stubbskördade områden (Stubb 1–2) och ett markberett område (Markb.) som provtagits innan (2006–2007) och efter (2007–2009) stubbskörd/markberedning.

Varför finns risk för ökade halter av kvicksilver efter skogsbruk?

De höga kvicksilverhalterna i fisk är delvis ett resultat av ökade antropogena utsläpp sedan industrialiseringens början, vilket har lett till en ökad upplagring av kvicksilver i de övre marklagren. I tiotusentals sjöar, i stora delar av Sverige, överskrider kvicksilverhalterna i fisk det av EU satta gränsvärdet för fisk som livsmedel, 0,02 mg Hg/kg fiskvävnad. Oorganiskt kvicksilver omvandlas genom metylering i svavelreducerande bakterier till MeHg. Det är denna organiska form av kvicksilver som kan ackumuleras i levande organismer och anrikas genom biomagnifikation högre upp i näringskedjan.

Det finns en risk att skogsbruket kan öka produktionen av MeHg genom ökad marktemperatur då vegetation avlägsnas, genom att svavelreducerande bakterier förses med en energirik kolkälla från avverkningsrester, samt genom skapandet av de syrefria miljöer där svavelreducerande bakterier lever då grundvattennivåer höjs och stillastående vattensamlingar bildas i fördjupningar från körskador. Dessutom riskerar skogsbruk att leda till en ökad transport av både THg och MeHg till akvatiska ekosystem då förhöjda grundvattennivåer skapar transporter genom de övre marklagren som är rika på kvicksilver och organiskt kol.

Samarbetspartner och finansiärer

Balsjöprojektet drivs av Skogforsk i samarbete med SLU och startade 2004 som ett led i EU Life-projektet Skog för vatten. Markägare för detta område är Holmen skog.

Stubbskördsstudien utanför Örebro finansieras av Energimyndigheten med medfinansiering från SLU:s temasatsning om stubbskörd, Sveaskog, Stora Enso och Skogssällskapet. Marken i detta försöksområde ägs av Sveaskog.

Ämnesord

Kvicksilver, skogsbruk, metylering, organiskt material, vattenflöde.

Läs mer

- Bishop, K., Allan, C., Bringmark, L., Garcia, E., Hellsten, S., Högbom, L., Johansson, K., Lomander, A., Meili, M., Munthe, J., Nilsson, M., Porvari, P., Skyllberg, U., Sørensen, R., Zetterberg, T. & Åkerblom, S. 2009. The effects of forestry on Hg bioaccumulation in nemoral/boreal waters and recommendations for good silvicultural practice. *Ambio* 38(7): 373–380.
- Sørensen, R., Ring, E., Meili, M., Högbom, L., Seibert, J., Grabs, T., Laudon, H. & Bishop, K. 2009. Forest Harvest Increases Runoff Most during Low Flows in Two Boreal Streams. *Ambio* 38(7): 357–363.
- Sørensen, R., Meili, M., Lambertsson, L., von Brömssen, C. & Bishop, K. 2009. The Effects of Forest Harvest Operations on Mercury and Methylmercury in Two Boreal Streams: Relatively Small Changes in the First Two Years prior to Site Preparation. *Ambio* 38(7): 364–372.
- Porvari, P., Verta, M., Munthe, J. & Haapanen, M. 2003. Forestry practices increased mercury and methyl mercury output from boreal forest catchments. *Environment Science & Technology*, 2003(37): 2389–2393.

Författare



Karin Eklöf är doktorand vid institutionen för vatten och miljö, SLU, Box 7050, 750 07 Uppsala.
Tel: 018-67 31 96
E-post: Karin.Eklöf@vatten.slu.se



Kevin Bishop är professor vid institutionen för vatten och miljö, SLU, Box 7050, 750 07 Uppsala.
Tel: 018-67 31 31
E-post: Kevin.Bishop@vatten.slu.se

Foto: Caroline Haglund



FAKTA SKOG • Rön från Sveriges lantbruksuniversitet

Redaktör: Göran Sjöberg, 090-786 82 96, Goran.Sjoberg@adm.slu.se, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, 901 83 Umeå **Ansvarig utgivare:** Tomas Lundmark, 090-786 82 38, Tomas.Lundmark@sfak.slu.se

Webb: www.slu.se/forskning/faktaskog

Prenumeration: 15 nummer per år för 340 kronor + moms.

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 Uppsala, 018-67 11 00 • Publikationstjanst@adm.slu.se

Davidsons Tryckeri AB, Växjö 2010

ISSN: 1400-7789 © SLU

