

ANNELI ÅGREN • STEFAN LÖFGREN

Försurningskänsliga bäckar – – var, när och varför finns de?



Foto: GREIV

- Utnyttjande av GRenar Och Toppar (GROT) för bioenergi kan påverka bäckarnas motståndskraft mot försurning.
- Vi har modellerat försurningskänsligheten på 99 platser i ett bäcksystem i Västerbotten och fann följande:
 - Bäckar som avvattnar finkorniga jordar i jordbruksområden är välbuffrade och inte känsliga för försurning.
 - Bäckar som dränerar myrmarker har ett lågt pH, men har en kraftig buffringsförmåga mot ytterligare försurning och är därmed inte försurningskänsliga.
 - Bäckar som avvattnar skogsmark med moränjordar är däremot känsliga för försurning vilket innebär att en liten förändring i baskatjonhalten i dessa bäckar får ett stort genomslag på pH.

Det är skillnad på surhet och försurningskänslighet. Ett vattendrag kan vara surt eller basiskt, men detta har inget att göra med hur försurningskänsligt det är. I ett försurningskänsligt vattendrag ger ett visst tillskott av vätejoner (H^+) en större förändring av pH, medan vätejonerna i ett mindre känsligt vattendrag buffras (neutraliseras) varför förändringen i pH inte blir lika stor. Om pH förändras kan det få konsekvenser för organismerna i vattendragen. Dessa är ofta anpassade till att leva under vissa pH-betingelser, och om pH förändras kan vissa försurningskänsliga arter försvinna från vattendragen.

Är skogsbruket försurande?

Det finns farhågor att skogsbruket, på lång sikt, kan vara försurande. Träden tar upp baskatjoner (kalcium, magnesium, natrium och kalium) när de växer. Vid skörd förs baskatjoner bort från avrinningsområdet. De skulle annars ha återgått till marken, om trädet hade dött och förmultnat på platsen där det växte. Baskatjonerna är viktiga för vattendragen då de buffrar mot försurning. För att minska koldioxidutsläppen är det bra att öka andelen biobränsle. GROT (GRENar Och Toppar och i vissa fall även rötter) är ett biobränsle på frammarsch. Vid GROT-uttag tas mer av biomassan bort och en större andel baskatjoner försvinner från marken. Litteraturstudier visar på modellberäkningar där GROT-uttag kan medföra att mängden baskatjoner i vattendragen kan komma att minska med 0–100 $\mu\text{ekv/L}$ till följd av GROT-uttag. Detta förutsätter att vittringen av mineralerna i marken inte kan kompensera för förlusten

av baskatjoner från avrinningsområdet. Nya studier har dock påvisat att det råder en stor osäkerhet i vittringsberäkningarna och i dagsläget kan vi inte kvantifiera skogsbrukets påverkan på vattendragens försurning.

Modellering av försurningskänslighet

Vi har modellerat olika scenarier för en potentiell bortförsel av baskatjoner från vattendragen för att se vilka konsekvenser de skulle få för pH-värdet i bäckarna. Vi har valt att studera pH under vårfloden. Under den perioden sjunker pH i bäckarna drastiskt (Figur 1) i en så kallad surstöt. I samband med sådana surstötar kan oorganiskt aluminium frigöras, vilket är väldigt giftigt för gälalande organismer såsom fisk och bottenlevande djur. Andra studier av vattnets känslighet (Löfgren et al. 2010) visar att risken för höga halter oorganiskt aluminium är särskilt stor i vattendrag som omsluts av gamla granskogar.

Vattenkemin på en viss plats i bäcknätet styrs av det markområde som avvattnar till den punkten, dvs. dess avrinningsområde. Vissa områden avvattnar mer myr och andra mer skog eller odlingsmark etc. När vattnet rinner igenom marken på väg till vattendragen tar det med sig ämnen från marken som påverkar vattnets motståndskraft mot försurning. I vår studie mätte vi först vattenkemin på 99 platser i bäcknätverket och sedan modellerades försurningskänsligheten på dessa platser. Genom att karaktärisera de 99 avrinningsområdena med hjälp av kartor och flygmätningar kunde vi påvisa vilka landskapstyper som var mer försurningskänsliga än andra. Totalt samlade vi in 49 olika landskapskaraktärer.

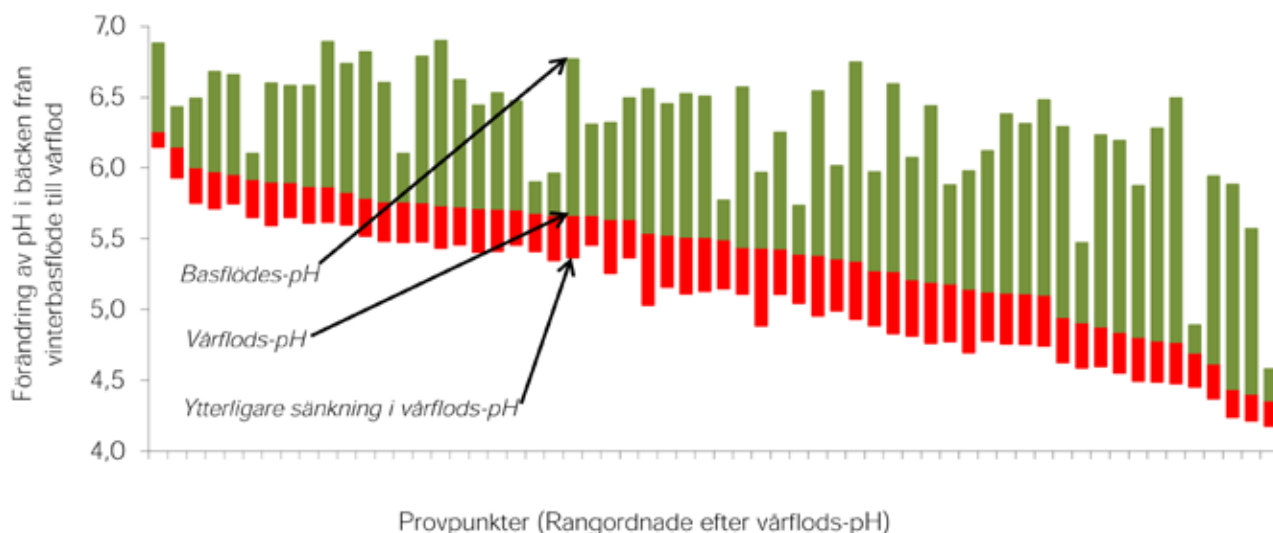
FAKTARUTA

Försöksområdet

Vi undersökte försurningskänsligheten i det 68 km² stora bäcksystemet Krycklan i Västerbotten (Figur 2a). Området har varierande jordarter där de övre delarna av avrinningsområdet domineras av myr och morän. I nedre delen finner man ett stort flackt område (Figur 2b) där bäckarna har skurit sig ner genom tjocka packar av finkorniga sediment i ett gammalt delta som avsattes under inlandsisens avsmältning (Figur 2c). Största delen (84 %) av området är beskogad och andelen öppen odlingsmark är liten (3 %) (Figur 2d). Vindelns skogliga försökspark utgör 25 % av området, och har varit skyddad sedan 1922.

”Okänsliga” vattendrag

De ”okänsliga” bäckarna (markerade med grönt i Figur 2c och d), det vill säga de som inte uppvisade en stor förändring i pH enligt våra modellberäkningar och som klassats i låga känslighetsklasser, kunde delas in i två olika typer av välbuffrade system: ett med ett högt pH och ett med ett lågt pH. Vattendragen med högt pH karaktäriserades av höga halter baskatjoner i vattnet. Dessa fann vi främst i områden med finkorniga sedimentära jordarter (gult och grönt på jordartskartan (Figur 2c). Det är också här vi finner odlingsområdena. Andelen baskatjoner i vattnet avgörs till stor del av hur stor vittringen i avrinningsområdet är. Vittring innebär att sten, sand och grus sönderdelas till mindre partiklar och sedermera till joner



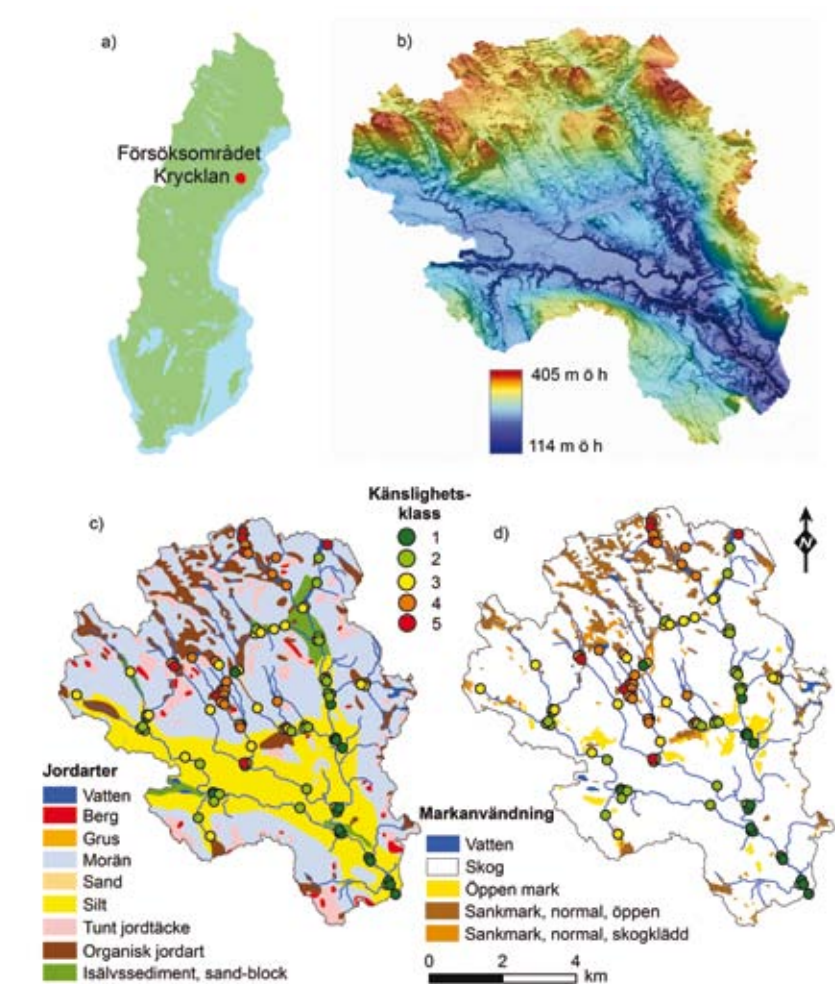
FIGUR 1. Staplarna illustrerar sänkningen i pH från vinterbasflödet till vårfloden (gröna staplar). De röda staplarna indikerar den ytterligare sänkning av pH som är att förvänta om baskatjonhalten skulle minska med 30 $\mu\text{ekv/L}$.

som löser sig i vattnet. Hur stor vittringen blir avgörs till stor del av markens s.k. specifika yta. På en sten med volymen en kubikdecimeter kan vittringen bara ske på ytan av stenen, medan det i en kubikdecimeter lera finns massor av tillgängliga ytor där vittringsprocesser kan pågå. Ju finkornigare en jord är, desto större blir den specifika ytan. Därmed är också vittringshastigheten högre i finkorniga jordar. Detta förklarar varför bäckar som avvattnar finkorniga sedimentområden är väl buffrade, och därmed mer "okänsliga" för försurning.

De sura "okänsliga" bäckarna finner vi bland de som avvattnar mark med en stor andel myr (markerat i brunt på kartan Figur 2c och d). Myrbäckarna kännetecknas av ett surt vatten, men de har en stor motståndskraft mot ytterligare försurning. Myrvattendragens kemi styrs till stor del av nedbrutet växtmaterial från myren som löses i vattnet och färgar vattnet brunt. Det lösta organiska kolet (DOC) utgörs av en mängd olika substanser. Många av dessa ämnen fungerar som syror (humussyror) och gör vattnet surt. Samtidigt som humusämnen gör vattnet surt buffrar de dock även effektivt mot ytterligare försurning. Orsaken är att humussyror som avgett vätejoner fungerar som baser och lätt tar upp vätejoner igen om mer syra (H^+) tillförs. Därför kan vi konstatera att vattendrag som avvattnar myrområden kan klassas som "okänsliga".

Försurningskänsliga vattendrag

Våra statistiska beräkningar visade att de mest försurningskänsliga bäckarna avvattnade områden som var högt liggande, där jordarten domineras av morän, och där skogsinventeringen visade att det växte mycket skog. I naturliga vatten är pH som känsligast kring pH 5,6. Vid låga pH-värden (<5) buffrar DOC och aluminium och vid höga pH-värden (>6) buffrar bikarbonatsystemet. Risken för pH-förändringar är således som känsligast i ett mellanläge. Vi kan betrakta skogsbeväxtad moränmark som ett slags mellanläge i landskapet vad gäller pH. Den skogsbevädade moränen är surare än den finkorniga odlingsmarken, men mer basisk än myrarna. Det är därför inte konstigt att vattnet som avvattnar den biotopen hamnar i ett pH-intervall där pH är känsligt för förändring. Vi fann även att högt liggande områden i terrängen var mer försurningskänsliga. Detta kan bero på att dessa områden har kortare flödesvägar än nedströms belägna områ-



FIGUR 2. a) Försöksområdets läge. b) Digital höjdmödel över Krycklans avrinningsområde. För att förtydliga höjdskillnaderna har höjden överdrivits 5 ggr. c) De 99 provtagningsplatsernas försurningskänslighet visade ovanpå jordartskartan. d) De 99 provtagningsplatsernas försurningskänslighet visade ovanpå markanvändningskartan. Prickarna med känslighetsklasserna 1–5 indikerar hur försurningskänsligt vattendraget är på den platsen. Känslighetsklass 1 betyder att vattnet är välbuffrat ("okänsligt") på den platsen och känslighetsklass 5 betyder att vattnet är mycket känsligt för en pH-förändring.

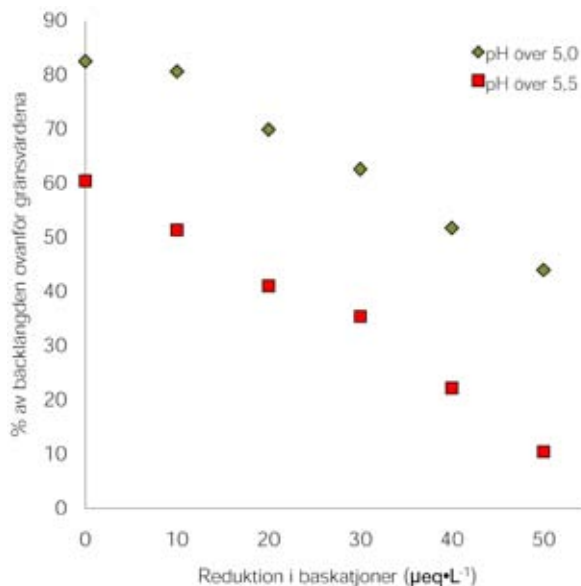
den. Ju längre flödesvägarna i marken är, dvs. ju längre väg regndroppen har på sin väg genom marken på väg till vattendraget, desto mer vittringsprodukter (baskatjoner) tar den med sig ut i vattendraget. En kortare flödesväg medför alltså ett mindre välbuffrat vatten.

Våra modeller visar att bäckarna är känsliga för en förändring i baskatjonhalten. Vi har räknat ut hur stor andel av det studerade bäcksystemet som befinner sig över respektive under vissa gränsvärden. Vi vet att om pH sjunker under gränsvärdena pH 5,0 och 5,5 så kan vissa försurningskänsliga arter försvinna. Figur 3 visar hur stor del av bäcksystemet som är "beboeligt" för de försurningskänsliga arterna och hur den andelen sjunker om mängden baskatjoner i vattnet skulle minska. Som jämförelse kan sägas att en

reduktion av baskatjonerna med 10–20 µekv/L skulle påverka pH i samma utsträckning som luftföroreningarna gjorde i slutet på 90-talet.

Andra områden

Motsvarande statistiska beräkningar har även gjorts för 213 bäckar i andra områden i Sverige. Vattendragen i Bergslagen påminde om de i Västerbotten. De var också känsligast om de avvattnade skogklädda moränområden. På Västkusten var de känsliga bäckarna de som hade en stor andel sjöar i avrinningsområdet och på småländska höglandet var de känsliga bäckarna de som hade höga humushalter (DOC). Organiskt material (DOC) har olika egenskaper i olika områden. På Västkusten uppför sig DOC som en bas och buffrar mot försurning, medan



FIGUR 3. Andelen (%) av bäcklängden som ligger över gränsvärdena pH 5,0 och 5,5. I dagsläget ligger 82 % av bäcklängden över gränsvärdet pH 5,0 och 60 % över 5,5. Om baskatjonerna i vattnet skulle minska med 30 µekv/L så skulle bara 62 och 35 % av bäcklängden ligga ovan respektive gränsvärde.

det i Västerbotten, Bergslagen och på småländska höglandet fungerar som en syra och sänker pH. Vi kan konstatera att försurningskänsligheten och processerna som kontrollerar känsligheten varierar i landet och styrs av bl.a. vilka jordarter som finns och var de är placerade i landskapet, samt tidigare försurningshistorik.

Försiktighetsprincipen

Per ytenhet står skogsbruket för en relativt liten påverkan på vattenkvaliteten. På grund av den stora skogsmarksarealen kan dock den totala påverkan på vatten av olika skogsbruksåtgärder bli betydande. Andelen produktiv skogsmark utgör ca 55 % av Sveriges landareal och ofta står skogen på moränjordar, som i sin tur täcker ca 75 % av landets markyta. Detta innebär att de områden vi identifierat som känsliga utgör en betydande andel av Sveriges yta. Å andra sidan tas GROT ut bara på en

bråkdel av arealen. På lågproduktiva marker, eller långt från biobränsleanläggningar, kommer GROT-uttag av ekonomiska skäl sannolikt inte att ske. På marker som är lämpliga för GROT-uttag står dock olika naturvårdsintressen mot varandra. Samhället vill öka mängden biobränslen för att minska koldioxidutsläppen, men inte till priset av en eventuell försurning och fiskdöd i vattendragen. Våra studier visar att vissa bäckar är mer känsliga för förändringar i baskatjonhalter än andra. Det krävs dock mer forskning om de långsiktiga effekterna av GROT-uttag för att bestämma om ett förändrat skogsbruk medför ett reellt hot mot vattendragen på lång sikt. Det finns goda skäl att tillämpa försiktighetsprincipen genom att återföra askan från biobränslet till de försurningskänsliga markerna då vi ännu inte känner till alla konsekvenserna av ett ökat uttag av baskatjoner från markerna.

Ämnesord

Försurning, bäckar, bioenergi, landskapsanalys.

Läs mer

- Löfgren, S., Cory, N. & Zetterberg, T. 2010. Aluminium concentrations in Swedish forest streams and co-variation with catchment characteristics. *Environmental Monitoring and Assessment* 166: 609–624.
- Ring, E., Löfgren, S., Sandin, L., Högbom, L. & Goedkoop, W. 2008. Skogsbruk och vatten: En kunskapsöversikt, Redogörelse från Skogforsk nr 3, Skogforsk, Uppsala.
- Ring, E., Löfgren, S., Sandin, L., Högbom, L. & Goedkoop, W., Bergkvist, I. & Berg, S. 2008. Skogsbruk med hänsyn till vatten: en handledning från Skogforsk. Skogforsk, Uppsala.
- Ågren, A., Buffam I., Bishop K. & Laudon, H. 2010. Sensitivity of pH in a boreal stream network to a potential decrease in base cations caused by forest harvest. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67: 1116–1125.

Författare



FD *Anneli Ågren* forskar om skogslandskapets biogeokemi och är Postdoc vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, SLU, 901 83 Umeå.
Tel: 090-786 83 65
E-post: Anneli.Agren@seksko.slu.se



Docent *Stefan Löfgren* forskar om biogeokemiska processer i mark-vatten systemet och är forskningsledare vid institutionen för vatten och miljö, SLU, Box 7050, 750 07 Uppsala.
Tel: 070-69 55 177
E-post: Stefan.Lofgren@vatten.slu.se

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

