

## FINNS DET SAMBAND MELLAN BRUNIFIERINGEN AV VÅRA VATTEN OCH SKOGSBESTÅNDET?

Is there a connection between brownification and standing volume of wood?

av MOA BYDÉN<sup>1</sup> och STEFAN BYDÉN<sup>2</sup>

1 Hovetorsgatan 38, 58735 Linköping, e-post moa.byden@gmail.com

2 Melica, Fiskhammsgatan 10, 414 58 Göteborg, e-post stefan.byden@melica.se



### Abstract

Brownification of water makes it harder to produce a high quality tap water. The humic content gives water a foul taste and fertilizes bacteria in the pipes. Most people are unanimous in that the brown colour in the surface water originates in the forest. But there are several understandings as to the reason why the content of humus has increased, such as decreased sulphur deposition and increased runoff. We have examined the hypothesis that it is simply the correlation, that more trees produce more humic acids, that is the essential cause, and variations in flow and sulphur deposition has resulted in variations in the increase. We have compared the change (increase) in standing volume of wood from the 1950's to present day with the colour value in a number of major watercourses where long data series are available, and the overall picture is distinct; the coniferous woodland areas and the colour value has increased most in southern Sweden while the north parts have seen less increase in both variables.

*Key words* – Brownification, Conifer, Absorption, Water colour, Run off, Drinking water, Humic acid

### Sammanfattning

Brunifieringen av vatten gör det svårare att tillverka ett bra dricksvatten. Humusinnehållet ger smak åt vattnet och göder bakterier i ledningsnätet. Det bruna i ytvattnet kommer från skogen, så långt är de flesta eniga. Men varför humushalten har ökat finns det flera uppfattningar om; som minskade svavelnedfall och ökade flöden. Vi undersöker hypotesen att den grundläggande drivkraften är att det finns fler träd som tillverkar mera humussyror samt att flödesförändringar och ändrat svavelnedfall gett en variation i uppgången. Vi har jämfört skogsbeståndens förändring (ökning) från 1950-talet till nutid med färgvärdena i ett antal större vattendrag där det finns långa mätserier. Den övergripande bilden är tydlig; i södra Sverige har barrskogsbestånden och färgvärdena ökat mest medan det i Norrland varit lägre ökningstakt i bägge variablerna.

### Inledning

Brunifiering har blivit ett namn på ett samhällsproblem och har observerats i sjön Bolmen som är en av Skånes viktigaste dricksvattenresurser (Sydvatten, 2014). Med brunifieringen följer problem med vattnets färg, smak och lukt vilket innebär att det försämras som råvara för dricksvattenproduktion. Det allt brunare vattnet gör att vattenverken får svårare att tillverka ett gott dricksvatten. Kemikaliebehovet ökar i vattenverken men i vissa fall kommer detta inte att räcka. Humusinnehållet ger också smak åt vattnet och göder bakterier i ledningsnätet. Därför har många försökt att se de samband som

ligger bakom brunifieringen såsom koppling till markanvändning, dikning och svavelnedfall (Kalén, 2007).

När vattnet är brunt och mörkt betyder det att det finns många lösta ämnen, såsom humusämnen, som kan absorbera ljuset som kommer ner i vattnet. Även järn och mangan ger brun färg men det är mest ett problem i grundvattnet då dessa ämnen faller ut när vattnet syresätts (Bydén, 2003). En minskad mängd sulfatnedfall spelar in i att vattnet har blivit mörkare. Om det är lite sulfat i marken och därmed mindre surt, är det svårare för markens partiklar att binda till sig organiska partiklar, vilka då förs vidare ut till vattnet.

Nedbrytningen av förnamatériau ökar och humus

sköljs lättare ut i vattendragen, när temperaturen är hög samt när nederbörden är hög och kommer periodvis. Även ett intensifierat skogsbruk och en förändring av markanvändningen runt vattendragen kan påverka vattendragens färg. Samtidigt som färgen, sedd över året, blir högre när det kommer ett högflöde späder mycket vatten ut humusämnen. Vi har de mörkaste vatten där avrinningen är som lägst, i sydöstra Sverige. På kort sikt kan en period med mycket avverkning i ett avrinningsområde ge en märkbar ökning av färgvärdet men i stora områden och i en nära sextioårig period kan man bortse från dessa faktorer.

Vid en lång omsättningstid hinner bakterier äta upp mycket av humusämnen. Dessutom bildar de aggregat som kan sjunka till botten. Detta leder till att vattnet blir klarare. Det gör att sambanden blir lite svårare att tolka när vattnet passerat stora sjöar som Storsjön och Vättern. Detta påverkar Motala ström och Indalsälven.

Målet med denna studie är att se om det kan finnas ett samband mellan brunifieringen och förändringar i skogsbeståndet.

## Metod

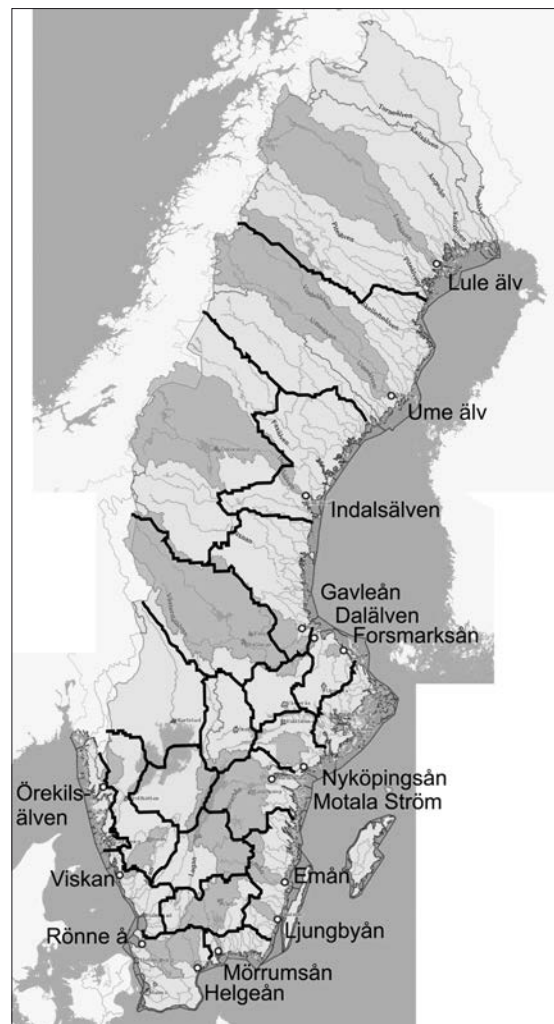
Arbetet gick ut på att sammanställa och jämföra statistik över absorbsansen på filtrerade vattenprov från olika vattendrag i Sverige (SLU, 2011) samt sammanställa statistik över virkesförrådet fördelat på trädsdrag inom diameterklasser, som erhöles från Riksskogstaxeringen genom Skogsstatistisk årsbok, utgiven av Kungliga Skogsstyrelsen 1951–1971 och Skogsstyrelsen från 1971 och framåt. Statistiken är sammanställd för vart femte år eftersom Riksskogstaxeringen publicerar helt nya data för olika

Tabell 1. Vattendrag som valdes ut, samt deras områden i Riksskogstaxeringen. Både Indalsälven och Motala ström passerar en stor sjö innan de rinner ut. De stora sjöarna fungerar då som klaringsbäcken.

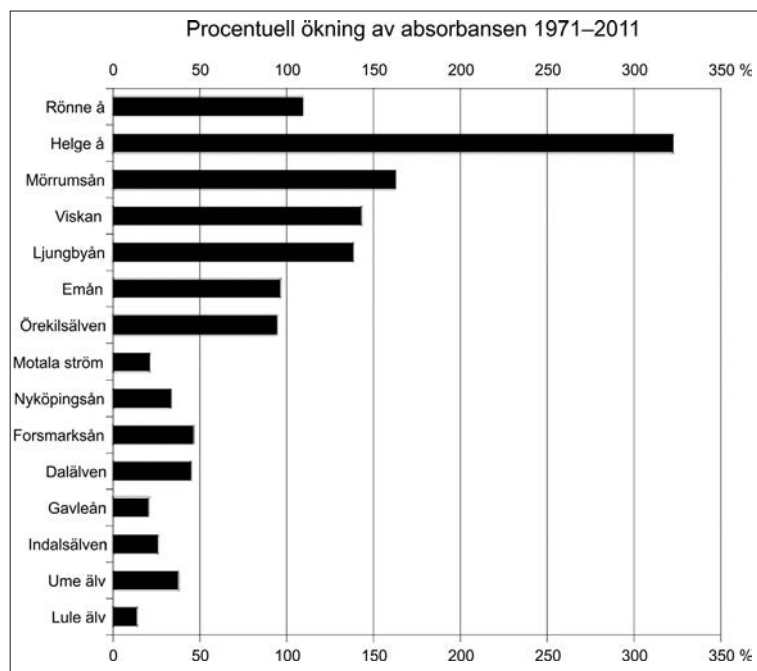
Vattendrag	Områden i Riksskogstaxeringen
Lule älv	Norrbottens län
Ume älv	Västerbottens län
Indalsälven	Jämtlands län, Västernorrlands län
Gavleån	Gävleborgs län
Dalälven	Gävleborgs län, Dalarnas län
Forsmarksån	Uppsala län
Nyköpingsån	Södermanlands län
Motala ström	Östergötlands län, Jönköpings län
Emån	Jönköpings län, Kalmar län
Ljungbyån	Kalmar län
Mörrumsån	Blekinge län, Kronobergs län
Helgeån	Kronobergs län, Skåne län
Rönneån	Skåne län
Viskan	Hallands län, Älvsborgs län
Örekilsälven	Göteborgs och Bohus län, Älvsborgs län

områden vart femte år. Åren 1971 och 1976 hoppades över eftersom uppdelningen av län i Riksskogstaxeringen skilde sig markant från både tidigare och senare årgångar, då flera län var hopsatta. Statistik hämtades över virkesförrådet för barrträden tall, gran och contortatall samt för samtliga trädsdrag.

Vattendragen som valdes ut skulle uppfylla ett antal kriterier. De skulle ligga utspridda i landet för att resultatet skulle avspejla skillnader mellan olika delar av Sverige, det skulle finnas så långa mätserier över absorbsansen som möjligt samt att de skulle helst ha ett avrinningsområde som så bra som möjligt stämmer överens med den uppdelning av landet som finns i Riksskogstaxeringen. De valda vattendragen visas i tabell 1 och figur 1.



Figur 1. Avrinningsområden för de studerade vattendragen. Länsgränser i svart.



Figur 2. Absorbansökning i 15 vattendrag fördelade över Sverige från söder till norr. Som synes har absorbansökningen varit klart störst i södra delen av landet. Data från SLU (2013).

Under den period vi tittat på var det först en uppgång i sulfatnedfallet till en topp på 1980-talet varefter vi haft en nedgång. Färgvärdet i de vatten vi studerat visar en ökning under hela perioden.

Virkesförråd är volymen av träden som står på en viss area. Virkesförrådet mäts i miljoner skogskubikmeter, milj. m<sup>3</sup>sk. Man mäter volymen trä exklusiv bark och grenar. Diagrammen över virkesförråden visar hur volymen träd har förändrats från mitten av 1900-talet indelat i olika län.

Värdena för absorbansen på filtrerade vattenprov är hämtade från SLUs databank för vattenkemi och vattenprovtagningsstationer i flodmynningar valdes för att de hade längsta serierna. För att underlätta hanteringen av statistiken över absorbansen på filtrerade vattenprov räknades ett medelvärde för varje år ut.

## Resultat

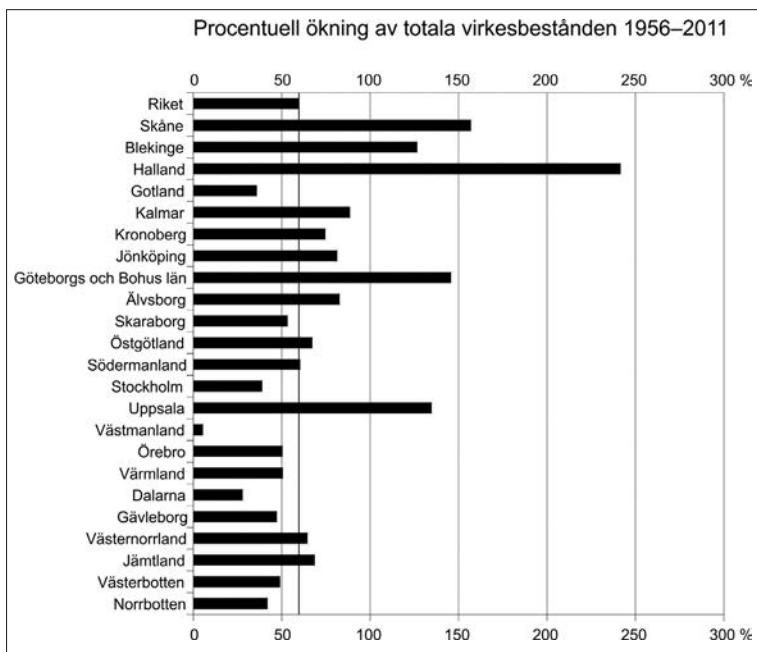
Vår funna ökning av absorbansen (fig. 2), det var i samtliga fall en ökning, jämfördes med förändringen i virkesbeståndet i det/de län som bäst överensstämde med avrinningsområdet (fig. 3). Det var även i samtliga virkesbestånd av barrträd en ökning av skogsbiomassan.

Det har aldrig funnits så mycket stående träd i Sverige och ännu tydligare, det har aldrig stått så många barrträd

i södra Sverige. Naturskogen som fanns innan människan satte sin prägel på landskapet hade en betydligt lägre andel träd i högproduktiv ålder och den glesades ut av stora betesdjur. De vilda betesdjuren ersattes sedan av tama stora betesdjur då skogsbetet försörjde stor del av svenskarna (Selander, 1987).

För hundra år sedan kom den stora igenplanteringen av det svenska landskapet och efter det har skogsbrukets metoder förfinats för att öka produktionen av främst barrträd. Sedan 1956 har det svenska virkesförrådet av gran ökat med 49 % och av tall med 72 % (fig. 4). Ökningen är dock inte jämnt fördelat över landet. I Upplands län, Kalmar län och Blekinge har granmängden mer än fördubblats. I Skåne står idag 3,6 gånger så mycket gran och i Halland mer än fem gånger så mycket som 1956. Ökningen av tall är jämnare fördelad över landet, här är ökningen i Jämtland och Uppsala län över fördubbling och i Göteborgs och Bohus län har tallbeståndet tredubblats. Virkesförrådet ökade mest i Hallands län medan det i Västmanlands län ökade minst.

Största färgökningen uppvisade Helgeån med 323 % mellan 1971 och 2011 medan Lule älv bara hade en ökning på 14 %. Kronobergs län och Skåne län, som Helge å avvattnar, hade en ökning av skogsbeståndet mellan 1956 och 2011 på 75 respektive 157 %. Under samma tid ökade skogsbeståndet i Norrbottens län (Lule älv) med 42 %.



Figur 3. Virkesbeståndets ökning från 1956 till 2011 för de olika länen från söder till norr jämfört med rikets totala ökning (fetare streck). Förutom Uppsala län så är det de sydvästliga kustlänen som haft mer än en fördubbling av beståndet under dessa 55 år.

I figur 5 visas utvecklingen av färgvärdet i sex vattendrag och skogsbeståndet i de län som bäst representerar avrinningsområdet. I de sydliga vattendragen gick det inte lika lätt att jämföra med ett enskilt län utan vi har tagit med två län i tre av delfigurerna. Det är fyra vattendrag i södra Sverige och två i norr. Man ser här att ökningen av både färgvärde och skogsbestånd är mindre i de två norrländska vattendragen Ume älv och Lule älv. Vattnet i norrländsalvarna är också mycket klarare än i södra Sveriges vattendrag. Absorbansen i Lule älv är ungefär en tiondel av det i Helge å. Boniteten i Norrbotten är också en tiondel av boniteten i syd (Sveriges nationalatlas, 1990). Bonitet är ett mått på markens naturliga virkesproducerande förmåga och en hög bonitet är grunden för en högre produktion i skogen.



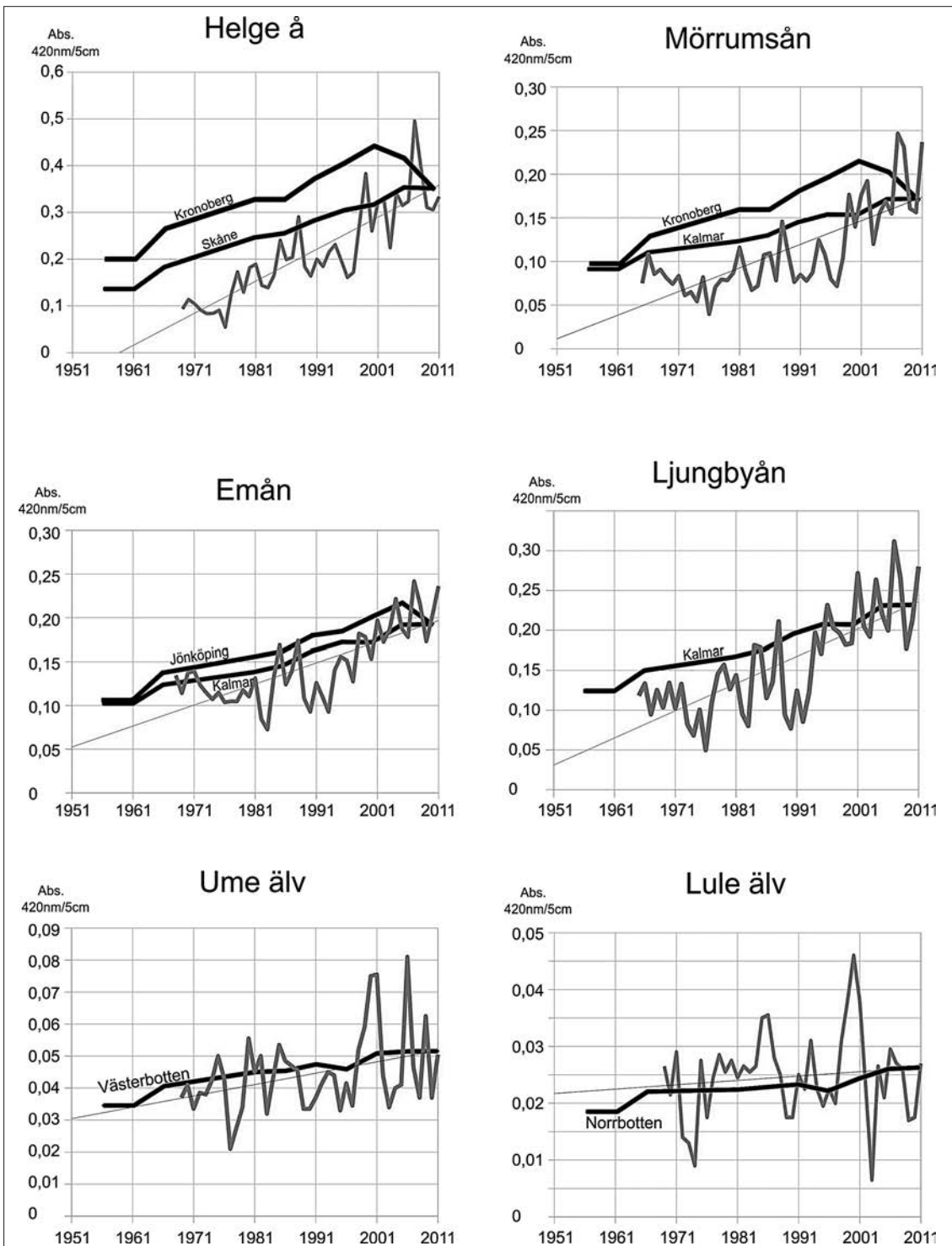
Figur 4. Virkesbeståndets utveckling för barrträden gran och tall för sextioårsperioden 1951 till 2011.

I de två norrländska vattendragen är uppgångarna av både färgtal och skogsbeståndet relativt jämna. I de fyra södra vattendragen ser man i stället en utveckling av färgvärdet som var återhållet under 1970-, 1980- och början av 1990-talet. Det var under denna tid som nedfallet av sulfat var som störst. När detta sedan minskade ser man att färgtalsökningen accelererade.

I kurvan för beståndsutvecklingen i Kronobergs län och Jönköpings län ser man en nergång på senaste decenniet och det är främst en effekt av stormen Gudrun och andra oväder.

## Diskussion

Genom att se på data för hela landet och för en längre tidsperiod menar vi att vi kan påvisa ett tydligt samband mellan skogsbeståndets förändring och brunifieringen i vattnen. Detta funktionellt logiska samband att större skogsbestånd släpper mera barr som lämnar humussyror till vattnen och därmed bidrar till brunifiering, tycker vi att vi kan se ett gott stöd för i denna undersökning. Det är även möjligt att se effekter av svavelnedfallets ökning och minskning, men det är troligen inte huvudorsaken till förändringen. Lokalt kan dikning och andra åtgärder på markerna ha betydelse men troligen inte på riksnivå. Man kan även se ett samband mellan oväder (ex. Gudrun) och virkesbeståndet i Kronoberg och Småland vilket borde ge en påverkan på brunifiering av vatten-



Figur 5. Absorbansens utveckling i fyra sydliga åar och två norrlandsälvar under det senaste halvseket (grå kurva med regressionslinje). De svarta linjerna visar virkesbeståndets utveckling under samma tidsperiod och där är skalan anpassad så att slutvärdet sammanfaller med absorbansens regressionslinjes slutpunkt. Notera att absorbansen är ca tio gånger så hög i Helge å som i Lule älv.

drag därefter. Detta skulle kunna få mer betydelse i framtiden i händelse av att klimatförändringar ökar frekvensen av oväder.

En brist i denna studie är att vi inte haft siffror på skogsbeståndets förändring i flodernas avrinningsområdet. För att komma åt detta måste man tränga in i Riksskogstaxeringens grundmaterial, medan vi tittat i Skogsstatistisk årsbok.

Kunskapen våra resultat för med sig kan bidra till ett mer hållbart sätt att bruka skogen för att minska humussyrornas inverkan på vattnet, som sedan ska användas för att tillverka dricksvatten. Genom att få ned brunifieringen i vattendragen skulle man då kunna producera dricksvatten med högre kvalitet som smakar godare och som dessutom inte kräver höga kemikalietillsatser. Det är även fördelaktigt ur hälsosynpunkt då vatten med mer humussyror göder bakterier som skulle kunna påverka vår hälsa.

## Källor

- Bydén, S., Larsson, A.-M., Olsson, M. (2003) Mäta Vatten. Institutionen för miljövetenskap och kulturvård, Göteborgs universitet.
- Kalén, V. (2007) Varför blir Skånska sjöar och vattendrag brunare? Länsstyrelsen i Skåne Län.
- Kungliga Skogsstyrelsen (1951–1971) Skogsstatistisk årsbok, Kungliga Skogsstyrelsen.
- Selander, S. (1987) Det levande landskapet i Sverige. Tredje oförändrade upplagan, Bokskogen.
- Skogsstyrelsen (1971–2011) Skogsstatistisk årsbok, Skogsstyrelsen.
- SLU (2013) Absorbans – vattenfärg. <http://www.slu.se/sv/institutioner/vatten-miljo/laboratorier/vattenkemiska-laboratoriet/vattenkemiska-analysmetoder/absorbans/>
- Sveriges nationalatlas (1990) Skogen. Kartförlaget.
- Sydvatten (2014) Skånes dricksvattenförsörjning i ett förändrat klimat. <http://www.sydvatten.se/file/skanes-dricksvatten-forsorjning-i-ett-forandrat-klimat-lu-1.pdf>