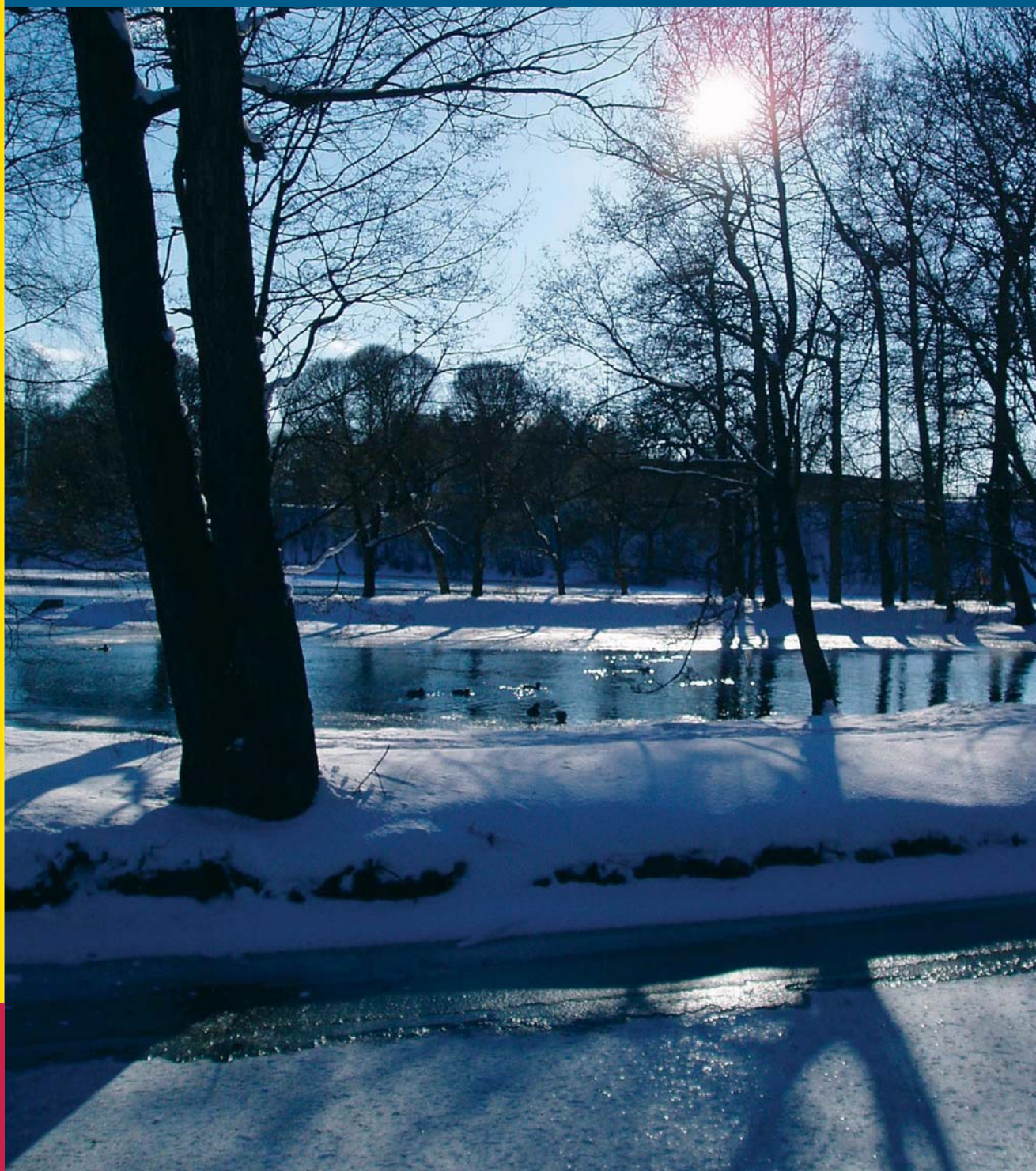


Hur försurat är egentligen Gävleborg?

En rapport från Miljöövervakningsenheten



Länsstyrelsen
Gävleborg

Hur försurat är egentligen Gävleborg?

En bedömning av länets försurningsstatus och
en beräkning av dess försurade vattendragssträcka



Joakim Dahl
Miljöövervakningsenheten

Förord

Sverige bestämde sig år 2000 för att nå 15 miljö kvalitetsmål inom tidsrymden av en generation, det vill säga till omkring år 2020-2025. Det har regeringen slagit fast efter en politisk debatt som började 1997-98 rörande bland annat den ekologiskt hållbara samhällsutvecklingen. Detta handlade i grunden om tre övergripande mål: skyddet av miljön, en hållbar försörjning och en effektiv användning av energi och andra naturresurser.

Skyddet av miljön innebär att ”utsläppen av föroreningar inte ska skada människans hälsa eller överskrida naturens förmåga att ta emot eller bryta ner dem. Naturligt förekommande ämnen ska användas på ett sådant sätt att de naturliga kretsloppen värnas. Naturfrämmande hälso- och miljöskadliga ämnen bör på sikt inte få förekomma i miljön. Den biologiska mångfalden ska bevaras och värdefulla kulturmiljöer skyddas.” En del av detta är miljömålet ”Bara naturlig försurning”, som innebär att mark och vatten inte ska försuras genom nedfall av föroreningar eller av markanvändning. Dessutom ska inte korrosionshastigheten öka i tekniskt material.

Ett delmål under ”Bara naturlig försurning” är att högst 15 % av sträckan rinnande vatten ska vara försurade år 2010. Eftersom det skulle vara både kostsamt och tidskrävande att hålla koll på varje delsträcka i landets många vattendrag behövs en metod för att på ett pålitligt och effektivt sätt uppskatta denna sträcka. I denna rapport visas ett exempel på hur man kan gå till väga. Den försurade vattendragssträckan i Gävleborgs län räknas ut och dessutom ges en översiktlig bild av försurningläget i länet.

Projektet var möjligt med stöd från Naturvårdsverket och RUS (länsstyrelsernas regionala uppföljningssystem). Paul Andersson har tagit vattenkemiproverna i enpunktsvattendragen och Hjalmar Laudon på Institutionen för Skogsekologi vid SLU har påvisat försurningstrender och beräknat graden av försurningspåverkan.

Gävle i september 2005

Joakim Dahl

Innehållsförteckning

Förord, 3

Sammanfattning, 6

Inledning, 7

Material och metoder, 8

Lokaler, 8

Referensvattendrag, 8

Enpunktsvattendrag och källsjöar, 9

Kemiska analyser, 9

Depositionsdata, 9

Episodmodellen, 12

Modell för regional bedömning av surstötter, 12

Bedömning av påverkansgrad, 13

Beräkning av försurad rinnsträcka, 14

Resultat och diskussion, 15

Modellberäkningar på vårfloddsdata, 15

Regionalbedömning, 17

Jämförelser av olika bedömningsgrunder, 19

Försurad rinnsträcka, 20

A. Markanvändning, 20

B. Jordarter, 21

C. Berggrundsytter, 22

Sammanvägning, 23

Är länet försurat?, 24

Slutsatser, 25

Minskad försurning, 25

Få försurade vattendrag, 25

Försurningsproblemet mindre i framtiden, 25

Referenser, 25

Bilaga 1. *De 51 enpunktsvattendragen med resultat från bland annat vattenkemianalyser.*

Bilaga 2. *Koordinater för de 120 källsjöarna.*

Sammanfattning

Fyra referensvattendrag med fleråriga tidsserier av vattenkemi, 51 vattendrag provtagna en gång under basflöde och 120 källsjöar i Gävleborgs län används i denna studie för att bredda bilden av försurningsläget i länets vattendrag och sjöar. Denna rapport bottenar i att högst 15 % av vattendragssträckan ska vara försurad år 2010 enligt de nationella miljömålen. Syftet med denna rapport är därför att utveckla en metod för att beräkna den försurade vattendragssträckan i Gävleborgs län. Förutom detta görs en regional analys av dagens och framtidens försurningsläge.

Andelen försurade vattendrag i länet har beräknats till ca 2 %, vilket innebär att ca 400-500 km vattendrag i Gävleborg kan vara försurad. Olika vägar för att nå den försurade sträckan har dock prövats och det värsta scenariot innebär att närmare 10 % av länets vattendragssträcka skulle kunna tänkas vara försurad, vilket dock inte ses som realistiskt. Med dessa beräkningar kan dock miljömålet ”högst 15 % försurad vattendragssträcka” anses vara uppnått för Gävleborgs län.

Med hjälp av episodmodellen (BDM) har en bedömning av försurningsläget under vårfloden i referensvattendragen varit möjlig. Depositionen har minskat kraftigt de senaste åren, vilket har lett till en mindre försurningspåverkan i de undersökta vattendragen (vilket motsvarar det man sett i andra delar av Norrland). Samtliga analyserade episoder (vårfloder) i referensvattendragen klassades dessutom som obetydligt påverkade.

Resultaten från en enpunktsmodell av BDM (pBDM) med 51 vattendrag och med 120 källsjöar ger mycket liknande resultat. Båda dessa pekar på att andelen försurningspåverkade områden i länet idag är liten, vilket gör det svårt att komma med förslag på områden som bör övervakas noggrannare. Den minskande depositionen av försurande ämnen och den relativa återhämtningen hos studerade vattendrag tyder också på att andelen försurade vattendrag kommer att vara mycket liten år 2020.

Precisionen hos de nationella bedömningsgrunderna testades också under basflöde på enpunktsvattendragen, vilket resulterade i att endast 68 % av vattendragen ansågs vara obetydlig eller måttlig försurningspåverkat med stöd av pH och 74 % med stöd av alkalinitet. Detta innebär att många vattendrag hamnar i en ’sämre’ klass än de borde. Klassningen av toxiskt aluminium (Al_i) ger däremot en trovärdigare bild av tillståndet, då 94 % av vattendrag anses vara obetydligt eller måttligt försurat.

Även om miljömålet är uppnått i och med att mindre än 15 % av Gävleborgs vattendragssträcka är försurad bör man ha i medvetande att de vattendrag som fortfarande är försurade behöver åtgärdas. Dessutom är försurning inte det enda problem man har i vattendrag och sjöar idag. Vandringshinder, flottledsrensningar och övergödning är exempel på andra problem som kan behöva åtgärdas. Med en fungerande och kraftfull miljöövervakning kan framtiden dock se ljus ut för Gävleborgs sötvattensekosystem.

Inledning

Försurning är ett av våra stora miljöproblem idag och detta har sitt ursprung i utsläpp av sulfat (t ex vid förbränning av olja och kol), kväveoxider (t ex vid förbränning i motorer och fasta anläggningar), ammonium (från jordbruk) och läckage från skogsbruk. Sur nederbörd med högt svavelinnehåll har länge varit den dominerande faktorn i den antropogena försurningen. Depositionen av sulfat har dock minskat stadigt sedan 1970-talet medan kväveoxider och ammonium hållit sig på en relativt konstant nivå.

I slutet av 1960-talet uppmärksammades försurningen av ytvatten i södra Sverige, vilket ledde till att en omfattande kalkningsverksamhet satte igång 1976. Dock ansågs länge större delen av Norrland vara belägen så pass långt ifrån utsläppskällorna att försurningen skulle vara marginell. Mätningar av nederbördskemi visade dock att detta antagande var fel vilket innebar att Norrland, med sin till största del basfattiga och svårvittrade berggrund, också fick innefattas i det omfattande kalkningsprogrammet. De långväga transporterna av luftföroreningar innebar att Sverige fick ta emot mycket nedfall från källor i de europeiska grannländerna. Fortfarande år 2000 bidrog utländska källor till 93 % av svavelnedfallet i Sverige, 92 % av kväveoxidnedfallet och 79 % av ammoniumnedfallet (EMEP 2003).

Med okunskapen om skillnaden mellan antropogent försurade och naturligt sura vatten kalkades dock många av de naturligt sura sjöar och vattendrag som innehöll en flora och fauna som redan var tålig mot sura förhållanden. Det är försurningen och inte surheten som ska betraktas som ett miljöproblem. För att hitta metoder för att åtskilja naturlig och antropogen surhet har åtskilliga forskare gnuggat sina geniknölar, vilket bl a utmynnat i en doktorsavhandling rörande de specifika förhållanden som råder under vårfloden då pH under en kort period (en episod) sjunker betydligt och kan ge så kallade surstötter (Laudon 2001). Med hjälp av Laudons episodmodell kan man beräkna hur vattenkemin skulle vara i ett vattendrag i samband med vårflods- och kraftiga regnepisoder utan inverkan av försurande luftföroreningar, det vill säga med en naturlig vattenkemi. Idag är det nämligen oftast under just vårfloden som de största problemen inträffar i våra vatten.

Andelen försurade sjöar i Sverige har tidigare beräknats med hjälp av t ex riksinventeringen 1995 (Wilander m. fl. 1998; Rapp m. fl. 2001). Då uppskattade man med hjälp av alkalinitet respektive ANC (Acid Neutralizing Capacity) att ca 15-20 % av Sveriges sjöar var måttligt till kraftigt försurningspåverkade. Erlandsson (2003) gjorde en studie av Sveriges vattendrag och uppskattade att ca 11-18 % av dessa var försurade 1995 baserat på värden för ANC respektive alkalinitet. År 2000 var den uppskattade andelen något lägre enligt samma studie. Laudon (2000) har visat att endast ca 6 % av Norrlands yta idag är försurningspåverkat i samband med vårflodsepisoder. Den största andelen av dessa vatten ligger i den sydvästra fjällregionen. Norrbottens länsstyrelse gjorde en undersökning som visade att mindre än 10 % av dess läns ytvatten är mer än obetydligt påverkade av försurning (Laudon 2002).

Gävleborgs län ingick 1989-1992 i en inventering av Norrlands vattendrag för att kartlägga försurningens omfattning (Ahlström m. fl. 1995). Andelen vattenkemiprover i södra Norrland (södra Jämtland, Kopparbergs och Gävleborgs län) som uppvisade måttlig eller kraftig försurning var i denna region 17.1%. I denna inventering ingick även biologiska parametrar (bottenfauna och fisk), men på grund av att olika provtagare använde olika metoder blev det svårt att utvärdera dessa data. Senare utvärderingar av sjöar i Gävleborgs län har visat att sulfathalten har sjunkit signifikant mellan år 1990 och 2000 (Länsstyrelsen 2004). Dessutom

visas i samma rapport att pH och alkalinitet ökat mellan mitten av 1980-talet och början på 1990-talet. Till skillnad från sjöarna i Gävleborg, så verkar dock underlaget för bedömningar av vattendragens tillståndsutveckling i länet vara dåligt.

Enligt de nationella miljömålen ska högst 15 % av vattendragssträckan vara försurad år 2010. I dagsläget finns ingen bra metod för att beräkna denna sträcka och syftet med denna rapport är därför att utveckla en metod för att beräkna den försurade vattendragssträckan i Gävleborgs län. Som del i denna metod används episodmodellen på fyra referensvattendrag med fleråriga tidsserier av vattenkemi, 51 vattendrag provtagna en gång under basflöde och 120 källsjöar. Resultaten av dessa avser, förutom att ge en regional analys av försurningskänsligheten i länet, också ge en framtidsbild av försurningsläget.

Material och metoder

Lokaler

Referensvattendrag

För bedömning av långsiktig antropogen försurningspåverkan har fyra så kallade referensvattendrag inom Naturvårdsverkets sötvattenprogram i Gävleborgs län analyserats (Tabell 1). Två av dessa, Björnbackaån och Sörjabäcken, är belägna i södra delen av länet, medan Härån och Hångelån är belägna i mellersta respektive norra delarna av länet (Figur 1). För samtliga fyra vattendrag finns fleråriga tidsserier tillgängliga med vattenkemiprover tagna minst en gång i månaden. Data för dessa finns att hämta på Institutionen för miljöanalys hemsida (<http://www.ma.slu.se>).

Tabell 1. De fyra referensvattendragen i Gävleborgs län.

	Björnbackaån	Sörjabäcken	Härån	Hångelån
X-koordinat (Rikets nät)	673809	673815	684705	689815
Y-koordinat (Rikets nät)	153401	153365	153450	150920
Avrinningsområde (km ²)	35.4	21.2	20.9	64.8
Provtaget månadsvis mellan	1998-2005	1997-2005	1997-2005	2000-5005
Provtagningsfrekvens (ggr/mån)	1-3	1-3	1-6	1-3
Dominerande markanvändning	Blandskog, granskog	Blandskog	Blandskog, granskog	Blandskog
Dominerande jordart	Morän, torv, lera-finmo	Morän	Morän, grovm/sand/ grus	Morän, isälvs sediment, torv
Dominerande berggrundstyp	Magmatiska	Magmatiska	Magmatiska	Magmatiska, metamorfa

Enpunktsvattendrag och källsjöar

För att kunna bedöma den regionala påverkansgraden av episodisk försurning slumpades 51 provpunkter i små vattendrag ut med hjälp av SMHIs sjöregister (Figur 1; Bilaga 1).

Uppströms de slumpade koordinaterna valdes en provlokal i ett vattendrag utifrån kriterierna att de inte skulle ha uppströms belägna punktkällor av någon antropogen förorening och att de skulle vara åtkomliga från en väg. Dessutom skulle vattendragen vara tillräckligt stora för att fisk ska kunna ha det som sin livsmiljö. Lokalerna provtogs under basflöde i mars 2005 med avseende på vattenkemi. Vid provtagningstillfällena fanns ännu snö på marken.

Avrinningsområdenas storlek varierar mellan 0.15 och 7.3 km² och vattendragens längd uppströms provpunkten varierar mellan 0.5 och 5.8 km. Nästan alla avrinningsområden domineras av blandskog och drygt hälften av områdena domineras av skog som är äldre än 70 år. Runt 85 % av områdena domineras av moränjordar och den vanligaste berggrunden består av en blandning av de magmatiska bergarterna granodiorit, tonalit, granit, monzonit, syenit och metamorfa ekvivalenter.

Också data från 120 källsjöar har använts för bedömning av den regionala påverkansgraden av episodisk försurning (Figur 2; Laudon & Bishop 2002). Sjöarnas koordinater finns i bilaga 2. För övriga källor till dessa sjödata hänvisas till Laudon m. fl. (2004).

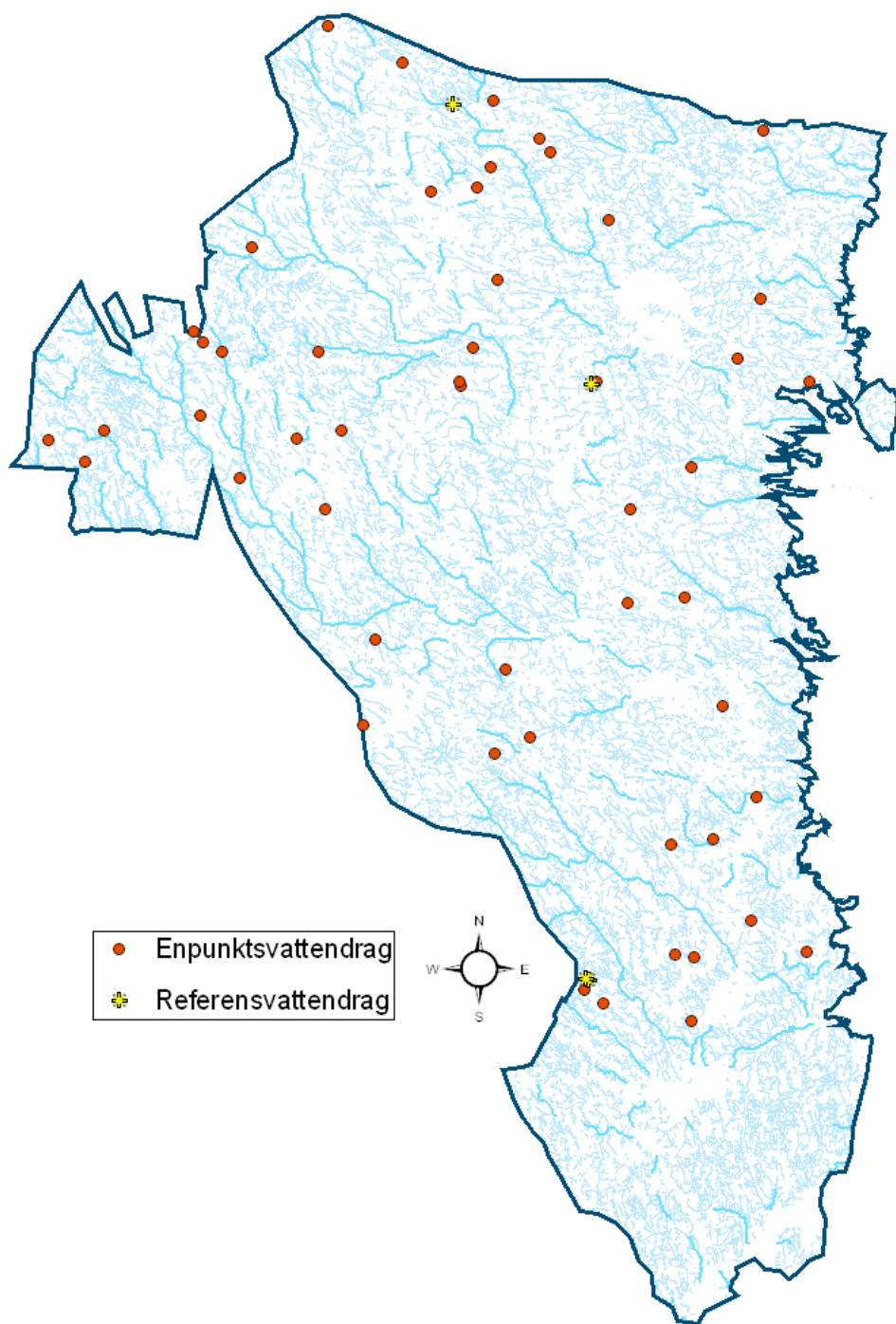
Kemiska analyser

Totalt har över 500 vattenprover samlats in från de fyra referensvattendragen inom ramen för den nationella och regionala miljöövervakningen. Dessa har analyserats med avseende på bland annat anjoner och katjoner på Institutionen för Miljöanalys vid SLU (se Wilander m. fl. (1998) för detaljer rörande analysmetoder och analysosäkerheter). För anjoner har man använt flytande jonkromatografisk analys och för baskatjoner ICP-MS. Samma metod har använts för att analysera anjoner och baskatjoner för de 120 källsjöarna.

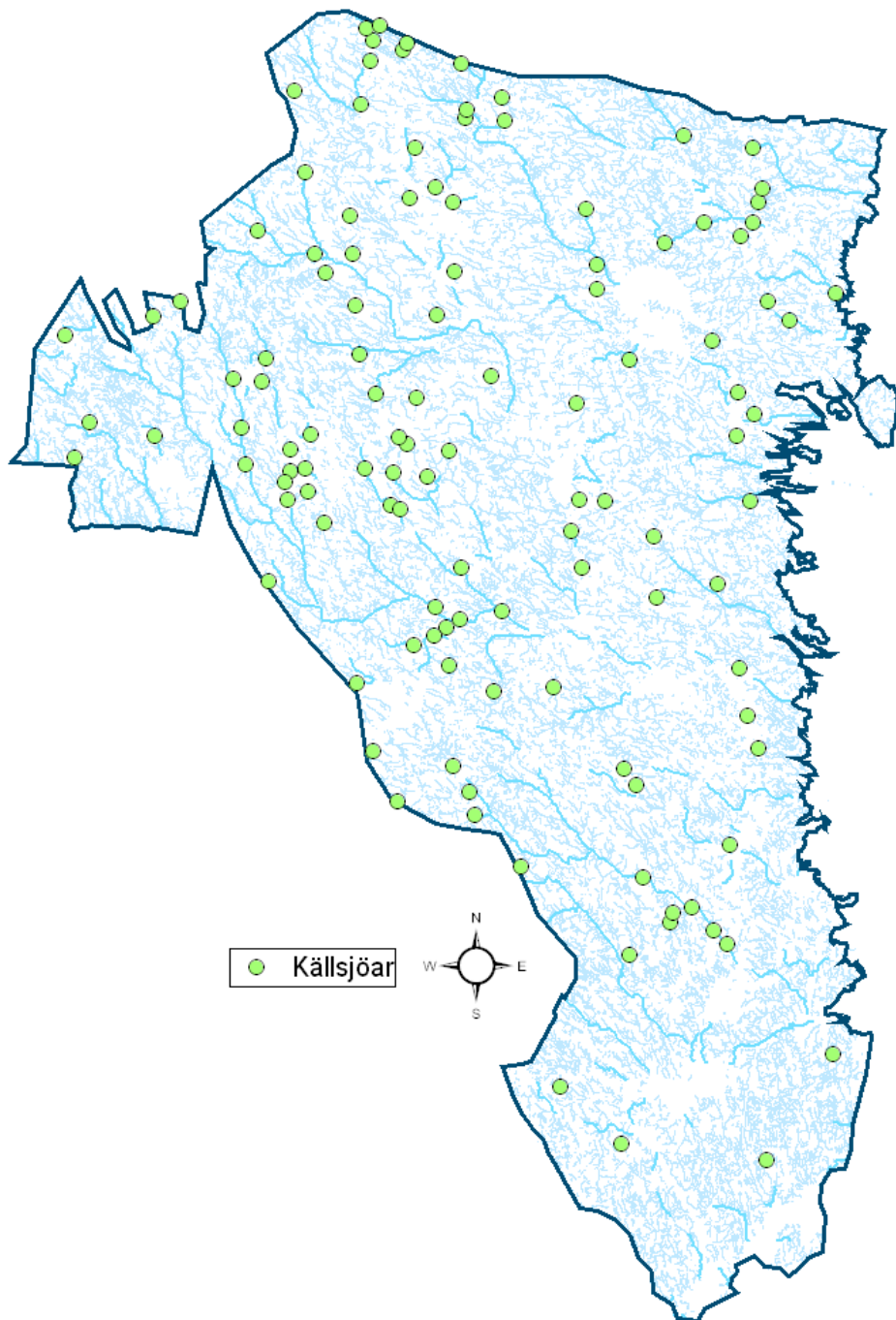
I enpunktsvattendragen analyserades koncentrationer av vissa grundparametrar (pH, konduktivitet, färgtal, alkalinitet, sulfat, klorid, nitrat-kväve, TOC, kalcium, kalium, magnesium och natrium) av AnalyCen i Lidköping (se AnalyCen (2003) för detaljer rörande analysmetoder och mätosäkerheter). Dessutom analyserades i dessa vattendrag vattenprover med aluminiumfraktionering (AL-NA, ALM-NAD, ALO-NAJ och ALI-NAJ) av Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM) vid Stockholms universitet genom en jonbytesmetod enligt Driscoll (1984).

Depositionsdata

Nederbördsdata i form av sulfat (SO₄²⁻)-deposition under vintrarna mellan 1988 och 2004 är tagen från den nationella och regionala miljöövervakningen, vars data man bland annat finner på IVL Svenska Miljöinstitutets hemsida (<http://www.ivl.se>). Vinterperioden definieras som månaderna november till och med maj. Skalning av dagens deposition till 2020 års predikterade deposition har gjorts efter Warfvinge & Bertills (2000).



Figur 1. Karta över de 51 enpunktsvattendragen och fyra referensvattendragen i Gävleborgs län.



Figur 2. Karta över de 120 källsjöarna i Gävleborgs län.

Episodmodellen

Episodmodellen, också kallad BDM (Boreal Dilution Model), beräknar hur kemien i ett vattendrag skulle se ut utan inverkan av försurande luftföroreningar, det vill säga en naturlig vattenkemi under flödesepisoder (Bishop m. fl. 2000; Laudon 2000; Laudon m. fl. 2001). Vid varje enskild tillämpning av BDM utgår modellen från basflödeskemien i vattendraget innan episoden och beräknar därifrån vad naturligt händer under högflödet utan den antropogena påverkan från försurande deposition.

Episodmodellen bygger på ett koncept framarbetat i projektet "Acid episodes in Northern Sweden: The separation of natural acidity from anthropogenic acidification". Episodmodellen bygger på observerat ANC ($ANC_{(obs, t)}$; Ekv. 1) samt på ett utspädnings index ($DI_{(t)}$; Ekv. 2) vid en tidpunkt "t" under ett högflöde. I episodmodellen används summan av baskatjoner ($BC = 2*[Ca^{2+}] + 2*[Mg^{2+}] + [Na^+] + [K^+]$) som DI för att kvantifiera den naturliga utspädningen av både BC och de antropogent signifikanta anjonerna sulfat och nitrat ($[SO_4^{2-}] + [NO_3^-]$). Genom att använda Ekvation 3 så kan den naturliga, förindustriella ANC ($ANC_{(förind, t)}$) beräknas. Differensen mellan den beräknade naturliga ANC ($ANC_{(förind, t)}$) (Ekv. 3) och den observerade ANC ($ANC_{(obs, t)}$) (Ekv. 1) är den antropogena påverkan på ANC ($\Delta ANC_{(försur, t)}$; Ekv. 4) under en högflödesepisod.

$$\begin{aligned}ANC_{(obs, t)} &= 2*[Ca^{2+}]_{(t)} + 2*[Mg^{2+}]_{(t)} + [Na^+]_{(t)} + [K^+]_{(t)} - [Cl^-]_{(t)} - 2*[SO_4^{2-}]_{(t)} - [NO_3^-]_{(t)} \\ &= BC_{(t)} - 2*[SO_4^{2-}]_{(t)} - [NO_3^-]_{(t)} - [Cl^-]_{(t)}\end{aligned}\quad (\text{Ekv. 1})$$

$$DI_{(t)} = BC_{(t)} / BC_{(basflöde)} \quad (\text{Ekv. 2})$$

$$ANC_{(förind, t)} = DI_{(t)} * (BC_{(basflöde)} - 2*[SO_4^{2-}]_{(basflöde)} - [NO_3^-]_{(basflöde)}) - [Cl^-]_{(t)} \quad (\text{Ekv. 3})$$

$$\Delta ANC_{(försur, t)} = ANC_{(förind, t)} - ANC_{(obs, t)} \quad (\text{Ekv. 4})$$

Tre antaganden måste uppfyllas för att episodmodellen ska fungera tillfredställande:

1. ANC och pH ska under basflöde antingen vara opåverkad eller kunna korrigeras.
2. Baskatjoner ska vara ett bra mått på den naturliga utspädningen av ANC under högflödesepisoder. Detta har påvisats i en rad studier både i Sverige och utomlands (t ex. Laudon 2000).
3. TOC ska inte ha förändrats av skogsbruk, dikning eller försurning. Detta kan antas utifrån de fakta att åtminstone större vattendrag i Sverige inte uppvisat någon trend de senaste 20 åren som kunnat härledas till dikning, skogsbruk eller annan mänsklig påverkan. Dock finns en tydlig samvariation mellan TOC och nederbörd (Löfgren & Fölster 1998).

Modell för regional bedömning av surstötter

Episodmodellen fungerar bra när man har vattendrag med långa tidsserier och mycket data tillgängliga (t ex referensvattendragen), men för att mer regionala bedömningar av surstötsproblematikens utbredning ska förenklas har Laudon (2000) också utvecklat en enpunktsmetod. Enpunktsmetoden, pBDM (one point Boreal dilution model) bygger på en stark korrelation mellan SO_4^{2-} -depositionen och den antropogena ANC-förlusten ($\Delta ANC_{(försur)}$) i samband med vårfloden (Laudon 2000). Modellen kan användas till att översiktligt utvärdera ett antal vattendrag för att hitta försurningskänsliga områden som kan behöva studeras mer noggrant med BDM. Enpunktsmodellen kan med relativt små insatser ge en regional översikt av försurningskänsligheten under vårfloden (Laudon 2000). pBDM kan också användas till att

bedöma omkalkningsbehovet i enskilda vattendrag i Norrland genom att beräkna om vattendrag som tidigare varit antropogent försurade har återhämtat sig helt eller delvis när sulfatdepositionen minskat (Laudon & Bishop 2002).

I pBDM beräknas $\Delta\text{ANC}_{\text{försur}}$ med ekvation 5.

$$\Delta\text{ANC}_{\text{försur}} = 0.5 * [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{vinterdep}} \quad (\text{Ekv. 5})$$

Vidare kan den förindustriella maximalflödes-ANC ($\text{ANC}_{\text{förind/max}}$; Ekv. 6) beräknas genom att späda ut basflödes-ANC (ANC_{bas}) så som DI (ett genomsnittligt DI för samtliga vårflodsepisoder i episodprojektet är 0.5 för kust och inlandsvattendrag och 0.32 för fjällvattendrag (Laudon, 2000)). Det ANC man skulle erhålla om man hade följt vattenkemin under vårfloden (ANC_{max}) beräknas i pBDM med ekvation 7.

$$\text{ANC}_{\text{förind/max}} = \text{ANC}_{\text{bas}} * \text{DI} \quad (\text{Ekv. 6})$$

$$\text{ANC}_{\text{max}} = \text{ANC}_{\text{förind/max}} - \Delta\text{ANC}_{\text{försur}} \quad (\text{Ekv. 7})$$

Enpunktmodellen tillämpas i denna rapport på de 51 enpunktsvattendragen och de 120 källsjöarna för att kunna göra en regional bedömning av surstötter.

Bedömning av påverkansgrad

Påverkansgraden (av antropogen försurning) har för episodmodellen erhållits genom att använda nuvarande bedömningsgrunder ANC ($\text{ANC}_{(\text{obs}, t)}$; Ekv. 1) med förindustriellt ANC ($\text{ANC}_{(\text{förind}, t)}$; Ekv. 3), beräknat med BDM, när vattendraget är som surast, dvs. har som lägst ANC. Modellen väljer ut de tre provtillfällena i rad då vattnet har lägst ANC under episoden. Sedan beräknas den genomsnittliga kvoten $\text{ANC}_{(\text{obs}, t)} / \text{ANC}_{(\text{förind}, t)}$ för de tre provtillfällena och jämförs med tabell 2 för att få ut påverkansgrad. Då pBDM används beräknas påverkansgraden med ekvation 5.

Tabell 2. Grad av försurningspåverkan i samband med episoder som använts.

Klass	Påverkansgrad	$\text{ANC}_{(\text{obs}, t)} / \text{ANC}_{(\text{förind}, t)}$
1	<i>Obetydlig</i> påverkan	>0.75
2	<i>Måttlig</i> påverkan	0.50-0.75
3	<i>Stor</i> påverkan	0.25-0.50
4	<i>Mycket stor</i> påverkan	0.10-0.25
5	<i>Extremt stor</i> påverkan	<0.10

För att få en jämförelse med de mått som oftast används i Sverige för att bedöma försurning tillämpas också Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Med hjälp av dessa klassas pH och alkalinitet i enpunktsvattendragen under basflöde (Tabell 3). Dessutom har klassningar av oorganiskt monomert aluminium (den toxiska formen) enligt riktlinjer i Naturvårdsverkets kalkningshandbok (Naturvårdsverket 2002) använts i

bedömningen (Tabell 4). De olika klassningarna har jämförts med varandra och resultatet av pBDM.

Tabell 3. Grad av försurningspåverkan enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (pH och alkalinitet). Klass 1 representerar mycket bra tillstånd och klass 5 mycket dåligt tillstånd.

Klass	pH	Alkalinitet (mekv L ⁻¹)
1	>6.8	>0.20
2	6.5-6.8	0.10-0.20
3	6.2-6.5	0.05-0.10
4	5.6-6.2	0.02-0.05
5	≤5.6	≤0.02

Tabell 4. Klassningar av oorganiskt monomert aluminium (Al_i, den toxiska formen) enligt Naturvårdsverkets kalkningshandbok. Dessutom anges de lägsta pH- och alkalinitetsgränser som nyckelfaunan normalt klarar av.

Klass	Lägsta gräns för pH	Lägsta gräns för		Nyckelfauna
		alkalinitet (mekv L ⁻¹)	Al _i (µg L ⁻¹)	
1	6.3	0.15	<30	Lax
2	6.0	0.1	30-50	Mört, elritsa, öring, flodkräfta, flodpärlmussla, snäcka, dagslända
3	5.6	0.07	>50	Frånvaro av ovanstående

Beräkning av försurad rinnsträcka

Ett försök till att beräkna längden av försurad rinnsträcka i Gävleborgs län har också gjorts (Figur 3). De första stegen i denna procedur är att räkna ut total sträcka rinnande vatten i länet samt länets totala yta. Den totala rinnsträckan har med hjälp av GIS (ArcGIS 9.0) räknats ut utifrån fastighetskartans vattendragsskikt, vilket genom en längdberäkningsfunktion enkelt gjorts med de vattendrag som visas som linjer. Vissa större vattendrag har dock en polygon uppbyggnad, vilket innebär att dessa vattendrags totala längd endast blivit ungefärligen skattade. Med värden för den totala rinnsträckan och länsytan kan man räkna ut den så kallade arealkvoten ”sträcka rinnande vatten per km²”.

Sedan behöver man räkna ut de olika markanvändningstypernas andelar av den totala ytan i länet. Dessutom måste man studera ett för länet statistiskt representativt urval av vattendrag eller sjöar för att få fram andelen försurade eller icke försurade vattendrag i procent. I denna rapport har bl a markanvändningen i de, enligt episodmodellen, icke försurade enpunktsvattendragens avrinningsområden använts som gemensam nämnare mellan olika icke

försurade vattendragssträckor. Genom att summera länets andelar av de markanvändningstyper som representeras av de undersökta vattendragen får man fram den andel av länet som kan bedömas med denna metod. Den andel av länet som anses sakna representation kan antingen räknas med som tänkbart försurad sträcka eller bara noteras som 'ej representerad'. Genom att multiplicera andelen försurade vattendrag (enligt fältmätningarna) med arealkvoten, länets totala andel av de (av vattendragen) representerade markanvändningstyperna och länets totala yta får man den maximalt tänkbara försurade rinnsträckan i Gävleborgs län.

Istället för att använda markanvändningstypernas andel av den totala ytan i länet kan man istället t ex använda andelen jordarter eller berggrundsytor. Vilken parameter som passar bäst bör bedömas utifrån de naturliga förutsättningar som råder för det specifika området.

Tillvägagångssätt för att beräkna försurad rinnsträcka

(1) Vattendragens totala längd (km) = x

(2) Länets totala landareal (km²) = y

(3) Arealkvoten (km/km²) = $x / y = z$

(4) Andel yta som fältstudier representerar (%) = a

(5) Andel försurade vattendrag utifrån t ex episodmodellen (%) = f

(6) Sträcka tänkbart försurade rinnande vatten (exkl. ej representerad yta; km) =

$$= ((a * f * y * z) / 10000)$$

(7) Sträcka tänkbart försurade rinnande vatten (inkl. ej representerad yta; km) =

$$= ((100 - a) * y * z) / 100 + ((a * f * y * z) / 10000)$$

Figur 3. Sju steg för att beräkna tänkbar försurade vattendragssträcka.

Resultat och diskussion

Modellberäkningar på vårflodsdata

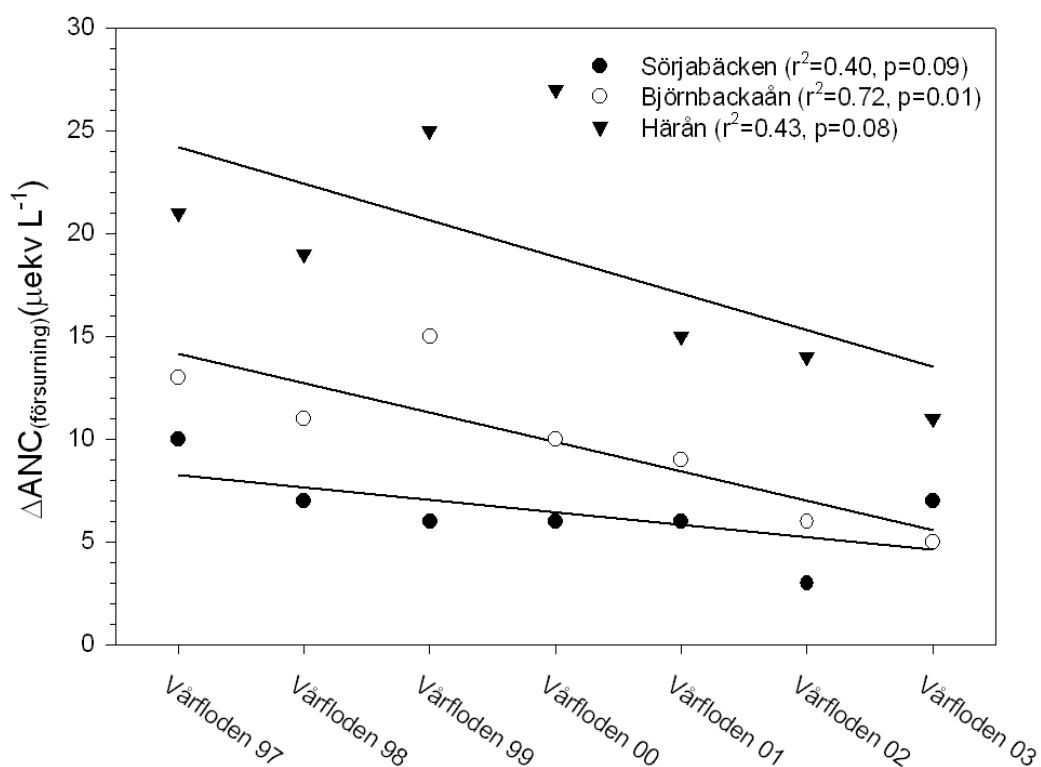
Episodmodellen kördes på basflödesdata från de fyra referensvattendragen och samtliga episoder i dessa vattendrag kom ut som obetydligt påverkade (Tabell 5). Dessutom visade tre av de fyra vattendragen en markant minskning av $\Delta\text{ANC}_{(\text{försurning})}$ sedan början av mätningarna (Figur 4). Dock var det endast för Björnbackaån som minskningen var signifikant ($r^2=0.72$, $p=0.01$). Hångelån togs inte med i denna jämförelse eftersom det endast fanns fyra års

vårfloder tillgängliga för detta vattendrag. Av de jämförda episoderna var det vårfloden 2000 i Härån som påvisade störst antropogen påverkan ($\Delta\text{ANC}_{(\text{försurning})}=27 \mu\text{ekv L}^{-1}$) och vårfloden 2002 i Sörjabäcken som påvisade minst antropogen påverkan ($\Delta\text{ANC}_{(\text{försurning})}=3 \mu\text{ekv L}^{-1}$).

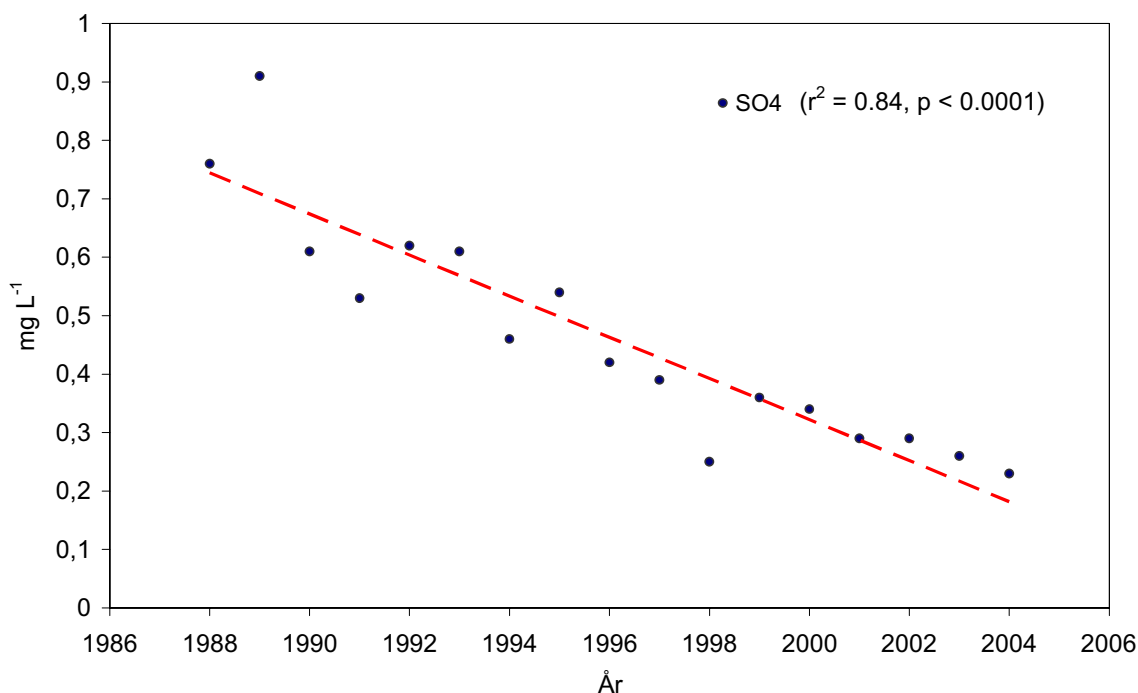
Resultatet av detta överensstämmer givetvis också med den minskning av försurande deposition som skett av bland annat sulfat, eftersom episodmodellen delvis är beroende av denna. Figur 5 visar hur sulfatdepositionen minskat signifikant mellan år 1988 och 2004 (baserat på årsmedelvärden) vid väderstationen i Jädraås, som är belägen i Gävleborgs södra del ($r^2=0.84$, $p<0.0001$).

Tabell 5. Sammanställning av den antropogena påverkan ($\Delta\text{ANC}_{(\text{försurning})}$ i $\mu\text{ekv L}^{-1}$) i de fyra vattendragen.

	Sörjabäcken	Björnbackaån	Härån	Hångelån
Vårfloden 1997	10	13	21	
Vårfloden 1998	7	11	19	
Vårfloden 1999	6	15	25	
Vårfloden 2000	6	10	27	8
Vårfloden 2001	6	9	15	5
Vårfloden 2002	3	6	14	9
Vårfloden 2003	7	5	11	5



Figur 4. Förändring i antropogen påverkan av vårfloden i Sörjabäcken, Björnbackaån och Härån. Hångelån visas inte i diagrammet eftersom endast fyra års vårfloder fanns tillgängliga.



Figur 5. Depositionen av sulfat (SO₄²⁻) mellan år 1988-2004 (årsmedelvärden) vid väderstationen i Jädraås, Ockelbo kommun.

Regionalbedömning

Med hjälp av enpunktsversionen av episodmodellen (pBDM) kan man göra ytterligare bedömning av försurningsläget i Gävleborgs län. De 120 källsjöarna visar att ca 99 % av länet är obetydligt påverkat av försurning i dagsläget och att ca 1 % av länet är måttligt påverkat (Tabell 6). Detta är en betydande förbättring sedan 1994 då endast 68 % av länet var obetydligt påverkat och 26 % var måttligt påverkat av försurning. Den stora förbättringen beror på att depositionstrycket har minskat i länet. År 2020 beräknas hela länet vara i princip opåverkat av försurning.

Med de 51 enpunktsvattendragen ges en liknande bild av försurningsläget i länet vid nyttjandet av enpunktsmodellen (pBDM). Dessa vattendrag visar att 98 % av länet är obetydligt påverkat av försurning i dagsläget och ca 2 % av länet är extremt påverkat (Tabell 6; Figur 6 & 7). Med denna analys visas också att endast 59 % av länet var obetydligt påverkat 1994 och 33 % av länet var måttligt påverkat samma år. Alltså har en markant förbättring skett på 10 år. Framtidsscenarioet i detta fall visar att graden av påverkan i de mest försurade delarna av länet (2 %) har minskat år 2020. När man använder en sådan här indikativ bedömning av försurningsläget kan det dock innebära vissa osäkerheter i bedömningarna. Däremot visar både analyserna av referensvattendrag, källsjöarna och enpunktsvattendragen nästan samma 'låga' försurnings-påverkan och tillsammans bör dessa analyser ge en mycket heltäckande och trovärdig bild av tillståndet i länet.

I enlighet med ovanstående analyser är andelen försurningspåverkade områden liten, vilket innebär att det är svårt att utifrån ovanstående peka ut områden i länet som behöver övervakas noggrannare. Dessa analyser säger dock att det i dagsläget är högst några procent av länet som

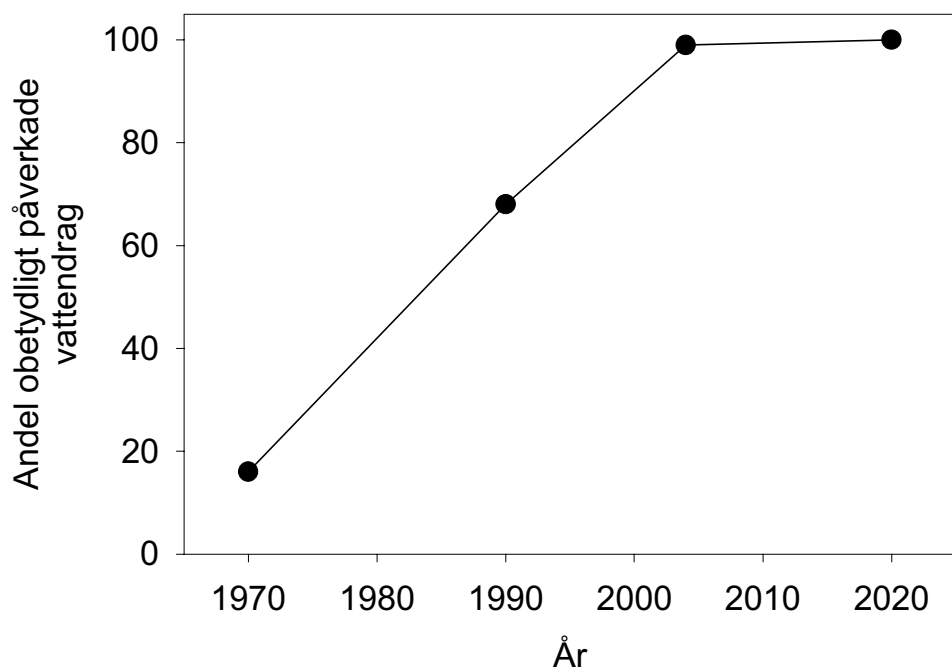
är försurat och om försurningstrycket fortsätter att minska som predikterat kommer försurning vara ett mycket litet problem inom en överblickbar framtid.

Både miljömålet för sjöar och för vattendrag kan redan anses som uppfyllt. Dock kan det fortfarande finnas känsliga områden som inte kommer fram i denna studie. Då områden som redan har återhämtat sig väl kan avskrivas från direkta åtgärder innebär det en möjlighet att sätta större fokus på de områden som verkligen behöver vård.

Tabell 6. Regionalbedömning av episodproblematiken i Gävleborgs län beräknande med enpunktsmodellen (pBDM) mellan 1994 och 2004. Beräkning av påverkan år 2020 har också gjorts. Beräkningen är gjord med dels 120 källsjöar efter Laudon och Bishop (2002) och dels med basflödesdata insamlade under vinter 2005 från 51 vattendrag (siffror i parantes).

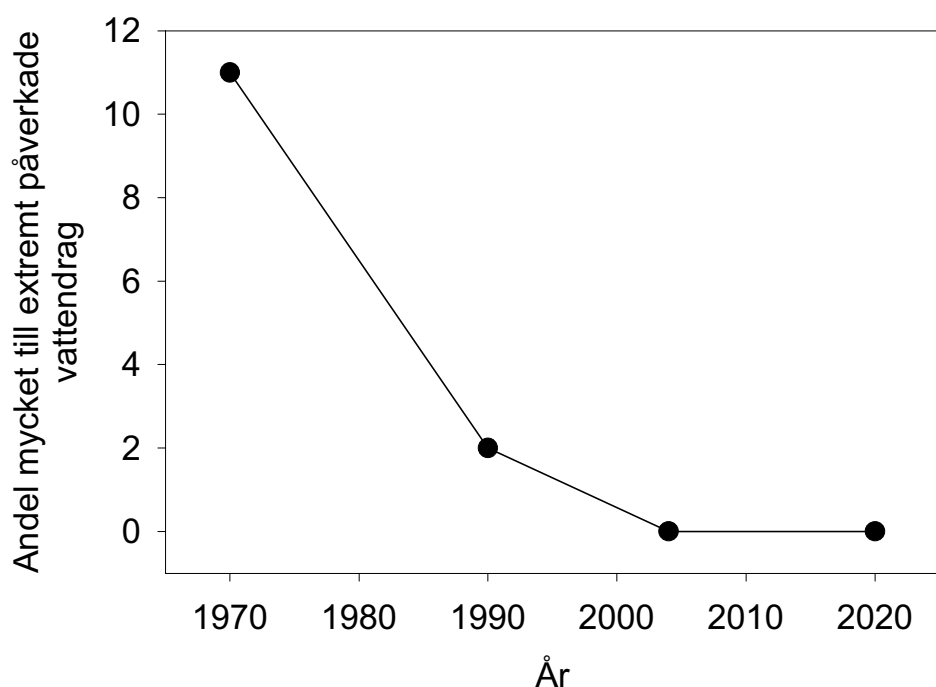
Klass	1994	2004	2020
1	68% (59%)	99% (98%)	100% (98%)
2	26% (33%)	1% (0%)	0% (0%)
3	4% (6%)	0% (0%)	0% (0%)
4	0% (0%)	0% (0%)	0% (2%)
5	2% (2%)	0% (2%)	0% (0%)

Obetydlig försurningspåverkan



Figur 6. Regional trendutveckling av surstötter i Gävleborgs län 1970-2020 avseende obetydligt försurningspåverkade vattendrag.

Mycket till extremt stor försurningspåverkan



Figur 7. Regional trendutveckling av surstötter i Gävleborgs län 1970-2020 avseende vattendrag i klassade inom mycket till extremt stor försurningspåverkan.

Jämförelser av olika bedömningsmetoder

Genom att bara klassa pH och alkalinitet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder kan bilden av försurning i Gävleborgs län bli en annan än den som framkom med episodmodellen. Bedömningsgrunderna har testats under basflöde på enpunktsvattendragen och 68 % av vattendragen hamnar i dagsläget då i tillståndsklass 1 och 2 (obetydlig och måttlig försurningspåverkan) med stöd av pH och 74 % med stöd av alkalinitet (Tabell 7). Detta kan jämföras med episodmodellens klassning där 98 % av vattendragen hamnar i tillståndsklass 1 (obetydlig påverkan). Kalkningshandboken har för toxiskt aluminium tre tillståndsklasser inom vilka 94 % av enpunktsvattendragen hamnar i klass 1, vilket motsvarar ett pH-värde på minst 6.3 och alkalinitet på minst 0.15 mekv L⁻¹, dvs. ett vatten som t ex lax skulle kunna leva i (Tabell 8).

Att episodmodellen bör anses som en mer pålitlig metod påvisas också här i och med att bedömningsgrundernas tillståndsklassning indikerar en betydligt sämre status än denna. Dock utvecklas för nuvarande nya bedömningsgrunder med förhoppningsvis bättre precision avseende försurningstillstånd. Klassningen av aluminium (Al_i) stämmer däremot bättre överens med resultaten från episodmodellen. Man bör tänka på att episodmodellen indikerar den antropogena försurningen under den normalt mest försurade perioden under året, dvs. under vårfloden. Bedömningsgrunderna visar i detta fall tillståndet under basflöde, vilket borde vara mindre försurat än vårfloden. Bedömningsgrunderna borde alltså indikera ett mindre försurat tillstånd än episodmodellen gör, men i detta fall är det tvärtom.

En nackdel med att använda tillståndsklassificeringar med hjälp av 'statiska' parametrar som t ex pH och alkalinitet är att man med dessa metoder endast mäter den totala surheten. Man kan inte särskilja naturlig och antropogen påverkan, vilket dock är möjligt med t ex episodmodellen. Det bör därför finnas större trovärdighet i de bedömningar man ovan gjort med episodmodellen än de med bedömningsgrunderna.

Tabell 7. Tillståndsklassificering av enpunktsvattendragen med hjälp av pH- och alkalinitetsklasser från Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Klass	% av enpunktsvattendragen	
	pH	Alkalinitet
1	33	29
2	35	45
3	14	16
4	12	4
5	6	6

Tabell 8. Tillståndsklassificering av enpunktsvattendragen med hjälp av klassningen av toxiskt aluminium (Al_i) i Naturvårdsverkets kalkningshandbok.

Klass	% av enpunktsvattendragen
	Al_i
1	94
2	2
3	4

Försurad rinnsträcka

Den maximalt tänkbara försurade rinnsträckan i Gävleborgs län har räknats ut baserat på antagandet att markanvändning, jordtyp eller berggrund i avrinningsområdet kan vara en gemensam nämnare mellan icke försurade vattendrag. Den försurade rinnsträckan har räknats ut med alla dessa tre parametrar som grund.

Gemensamt för samtliga dessa beräkningar är arealkvoten, dvs. sträcka rinnande vatten per km^2 , vilken är beräknad till 1.293. Denna baseras på att Gävleborgs län har en total landareal på $18200 km^2$ (inkl. vattendrag som är 6 meter eller smalare och mindre vattensamlingar) och att den totala sträckan rinnande vatten i länet är ca 23535 km. Dessutom visade resultatet av vattendragsundersökningarna med hjälp av episodmodellen att ca 2 % av vattendragen var försurade.

A. Markanvändning

Riksskogstaxeringens indelning av Gävleborgs landareal utifrån markanvändning har använts som gemensam nämnare mellan de icke försurade vattendragen (Tabell 9). Gävleborgs län domineras av skog (78.8 % av landarealen) och enligt den länstäckande skogskarteringen w-RESE-x (Länsstyrelsen 2003) består denna skog till största delen av både ung och gammal blandskog. Enpunktsvattendragen är till största delen belägna i skog- och myrmarker och kan

därför anses som representativa för länet. De markanvändningstyper som antas representeras av enpunktsvattendragen är, förutom skog, också myr (9.2 %), åkermark (4.7 %) och naturbete (0.2 %), vilket innebär att resultatet av denna studie omfattar 92.9 % av länets landareal, dvs. ca 16907 km². Genom att multiplicera landarealen med andelen försurade vattendrag (2 %) och arealkvoten får man fram total tänkbar försurad rinnsträcka i Gävleborgs län till ca 437 km, dvs. ca 1.9 % av länets totala vattendragssträcka. Räkna man med även den del av länets landyta som inte representeras med enpunktsvattendragen blir maximal tänkbar försurad rinnsträcka ca 2108 km, dvs. ca 9.0 % av länets totala vattendragssträcka.

Tabell 9. Fördelning av markanvändning (ägodel) i % av Gävleborgs läns landareal (18200 km²) enligt Riksskogstaxeringen.

Markanvändning	Andel av länets landareal (%)
Skogsmark	78.8
Naturbete	0.2
Åkermark	4.7
Myr	9.2
Berg	1.2
Fjällbarrskog	<0.1
Fjäll	<0.1
Övrig mark	2.5
Fridlyst område	0.5
Bebyggd mark	2.9

B. Jordarter

Om man på liknande sätt utgår ifrån att jordarter är en gemensam nämnare mellan de icke försurade vattendragen får man ett liknande resultat. Indelningen av jordarter baseras på SGUs översiktliga kartering av jordarter (Tabell 10). Den dominerande jordarten i Gävleborgs län är morän (67.0 % av landarealen). De jordarter som enpunktsvattendragen antas representera är, förutom morän, lera-finmo (8.3 %), torv (6.1 %), isälvssediment (5.6 %), grovmo eller sand/grus (4.8 %) och lerig morän eller moränlera (<0.1 %). Detta innebär att denna studie kan antas representera 91.9 % av länets landareal, dvs. ca 16726 km². Om man tar denna areal och multiplicerar den med andelen försurade vattendrag och arealkvoten får man fram total tänkbar försurad rinnsträcka i Gävleborgs län till ca 433 km, dvs. ca 1.8 % av länets totala vattendragssträcka. Räkna man också med den del av länets landyta som inte är representerad med enpunktsvattendragen blir maximal tänkbar försurad rinnsträcka ca 2339 km, dvs. ca 9.9 % av länets totala vattendragssträcka.

Tabell 10. Fördelning av jordarter i % av Gävleborgs läns landareal (18200 km²) enligt SGU:s jordartskartering.

Jordart	Andel av länets landarea (%)
Torv	6.1
Lera-finmo	8.3
Grovmo, sand, grus	4.8
Isälvsediment	5.6
Lerig morän, moränlera	<0.1
Morän	67.0
Kalt berg, tunt eller ej sammanhängande jordtäckte på berg	8.1

C. Berggrundsytor

Om man gör likadant med berggrundsytor får man också liknande resultat. Den dominerande typen av berggrund i Gävleborgs län består av en blandning av bergarterna granodiorit, tonalit, granit, monzonit och syenit (64.0 % av landarealen) enligt SGU:s kartering av berggrundsytor (Tabell 11). Näst vanligast är en blandning av metagråvacka, metasilsten, metasandsten, glimmerskiffer, grafit- och/eller sulfidinnehållande skiffer, paragnejs och amfibolitinterkalationer (13.5 %), följt av blandningar av granit och pegmatit (5.5 %). Enpunktsvattendragen kan antas representera ca 97.3 % (ca 17700 km²) av länets landareal utgående ifrån berggrundsytor. Om man multiplicerar denna areal med andelen försurade vattendrag och arealkvoten får man fram total tänkbar försurad rinnsträcka i Gävleborgs län till ca 458 km, dvs. ca 1.9 % av länets totala vattendragssträcka. Räknar man, som tidigare, även med den del av länets landyta som inte representeras med hjälp av enpunktsvattendragen blir maximal tänkbar försurad rinnsträcka ca 1103 km, dvs. ca 4.7 % av länets totala vattendragssträcka.

Tabell 11. Fördelning av berggrundsytor i % av Gävleborgs läns landareal (18200 km²) enligt SGU:s berggrundskartering.

Typ av bergarter	Berggrundssammansättning	Andel av länets landareal (%):	Representerade av enpunktsvattendragen:
Magmatiska	Dolerit	0.7	x
	Granit, kvarts-monzonit, syenit, nefelin-syenit och metamorfa ekvivalenter.	0.1	x
	Granit, kvarts-monzonit, monzonit, kvarts-syenit och metamorfa ekvivalenter.	1.8	x
	Ryolit, trachyt och trachydacit.	0.8	x
	Trachybasalt, basaltisk trachyandesit och trachyandesit.	0.4	
	Granit, granodiorit, kvarts-monzonit, monzonit, syenit och metamorfa ekvivalenter.	1.3	x
	Granit och pegmatit	5.5	x
	Felsisk till intermediär vulkanisk och metavulkanisk sten.	0.4	x
	Mafisk till intermediär vulkanisk och metavulkanisk sten.	0.7	x
	Granodiorit, tonalit, granit, monzonit, syenit och metamorfa ekvivalenter.	64.0	x
	Gabbro, diorit, ultramafisk sten och metamorfa ekvivalenter.	1.7	x
	Felsisk till intermediär metavulkanisk sten.	6.1	x
	Mafisk metavulkanisk sten.	0.5	x
Metamorfa	Sammanpressad smälta och breccia.	0.2	
	Kvartsit och meta-arkos.	1.2	
	Metagråvacka, metasiltssten, metasandsten, glimmerskiffer, grafit- och/eller sulfidinnehållande skiffer, paragnejs och amfiboliska interkalationer.	13.5	x
Sedimentära	Sandsten, konglomerat, siltsten och skiffer.	0.9	
	Röd sandsten och lersten, konglomerat, metasandsten, kvartsit, fyllit, vulkanisk och metavulkanisk sten.	0.1	

Sammanvägning

Resultaten i dessa tre varianter (markanvändning, jordarter och berggrundsytor) håller sig mellan 1.8 och 1.9 % av sträckan för den landyta som representeras av enpunktsvattendragen, vilket är en maximalt tänkbar försurad rinnsträcka mellan 433 och 458 km. Om man också

räknar med den del av länets yta som ej blir representerad spänner sig resultatet mellan 4.7 och 9.9 %, vilket är en maximalt tänkbar försurad rinnsträcka mellan 1103 och 2339 km.

Oavsett vilken väg man tar i ovanstående analyser så hamnar andelen försurad vattendragssträcka i länet alltså under miljömålets 15 %. Det betyder dock inte att man ska strunta i att åtgärda de vattendrag som fortfarande är försurade. Sträckan försurade vattendrag kan ju vara över 400 km, det vill säga mer än 40 mil. I det värsta scenariot skulle sträckan till och med kunna vara ett par hundra mil, men troligen är detta ej fallet i dagsläget. Men var i länet finns alla dessa försurade sträckor? Det går inte att säga utifrån denna studie, men dessa kan t ex vara mindre vattendrag belägna högt upp i systemen med stor påverkan från basfattig mark. Troligtvis är dessa vattendrag mindre försurningskänsliga längre ner i systemet på grund av bland annat utspädning. Andra sträckor som skulle kunna vara antropogent försurade är också vattendrag som har som har stor andel skogshyggen i sin nära omgivning. Visserligen har studier av fyra avrinningsområden som kalavverkats i Jämtland visat att skogsbruket inte påverkar vattendraget i samband vårfloden (Juto & Temnerud 1999). Skogsavverkning kan dock leda till en förlust av baskatjoner, vilket innebär att marken tappar sin buffrande förmåga och vattnet kan bli försurat.

Är länet försurat?

Svaret på frågan är inte helt självklar, men utifrån denna studie och studier av t ex Laudon (2000) så pekar det mesta på att länets andel försurade sjöar och vattendrag är förhållandevis liten. Dessutom är sannolikheten för att en ökning av antalet försurade vatten i länet ska ske mycket liten. Man ska också komma ihåg att det finns naturligt sura vatten och dessa ska inte blandas ihop med försurade vatten. I första hand ska livsmiljön för de organismer som lever i vattnet bibehållas, så att inte diversiteten minskar och för att uppnå detta är inte alltid t ex kalkning den bästa vägen. Vissa djur och växter är anpassade till sura förhållanden, vilket gör att man bör tänka till innan man sätter in åtgärder.

I Gävleborgs län har kalkning av sjöar och vattendrag pågått i mer än 20 år och idag ingår ca 600 sjöar och 100 mil vattendrag i kalkningsprogrammet. När kalkningen påbörjades var den i allra högsta grad motiverad eftersom den försurande depositionen var mycket stor. Idag har vi inte alls samma påverkan av luftföroreningar som tidigare och då måste man börja fundera på om länets vatten behöver all denna kalk som sprids. En revidering av kalkningsåtgärder bör ständigt göras för att inte i onödan ge naturen ”konstgjord andning”. Givetvis behöver de få sjöar och vattendrag som fortfarande är kraftigt försurade få den hjälp de kräver. I många vattendrag och sjöar är dock problemen helt andra än just försurningen. Det saknas t ex lekplatser för många fiskar på grund att av många vattendrag blivit flottledsrensade. Dessa vattendrag bör om möjligt återställas. Ett annat problem kan vara de svårigheter djuren i våra vattendrag stöter på när de försöker förflytta sig. Bland annat kan dammar eller felaktigt installerade vägtrummor sätta stopp för djurens rörelsefrihet. Dessa problem kan i många fall också lösas – bara viljan och resurserna finns.

Slutsatser

Minskad försurning

Depositionen av försurande ämnen minskar och det leder till att sjöar och vattendrag också kan börja återhämta sig, vilket också har skett i Gävleborgs län. De senaste tio åren har den antropogena påverkan av försurande ämnen i länet minskat kraftigt och det mesta tyder på att den trenden också kommer att hålla i sig. Dock kommer kanske inte minskningstakten vara lika stor som tidigare, men det beror inte på ökade utsläpp utan på att vi redan gjort mycket för att förhindra försurningen. Reningen av utsläppskällor har skett inte bara i Sverige, utan i hela Europa.

Få försurade vattendrag

Denna studie visar att ca 2 % av Gävleborgs vattendrag kan vara försurade. Beroende på hur man räknar, så kan man också komma upp i närmare 10 % tänkbar sträcka som är försurad, men det innebär att man räknar med det sämsta tänkbara scenariot. Troligare är att länet endast har ett par procent försurad vattendragssträcka, vilket innebär ca 400-500 km. De senaste tio åren har en väsentlig förbättring av försurningsläget skett. Sett ur ett regionalt perspektiv har minskningen i deposition ökat andelen obetydligt försurade vattendrag från 59 % år 1994 till 98 % år 2004. Detta innebär att miljömålet "högst 15 % av vattendragssträckan ska vara försurad" är uppnått för länet redan idag.

Försurningsproblemet mindre i framtiden

Enligt denna studie kommer länets sjöar och vattendrag vara mindre försurade i framtiden. Detta bekräftas också av andra studier (t ex Laudon 2000). På grund av bland annat kalkning har vi lyckats motverka effekterna av försurning i många av länets sjöar och vattendrag under de år då den sura depositionen var som allvarligast. Nu har dock denna sura deposition minskat till en så låg nivå att det inte längre finns samma behov eller motiv till kalkning. I framtiden kommer vi istället ha andra problem i sjöar och vattendrag att lösa (t ex övergödning, punktutsläpp av förorenande ämnen, vandringshinder), vilket troligtvis innebär att åtgärdsarbetena inte kommer att minska - utan bara byta inriktning.

Referenser

AnalyCen 2003. *Analysförteckning: Miljö*. Version 02, 2003-10-10.

Bishop, K., Laudon, H. & Köhler, S. 2000. *Separating the natural and anthropogenic components of spring flood pH decline: A method for areas that are not chronically acidified*. Water Resources Research, 30, 1873-1889.

Driscoll, C.T. 1984. *A procedure for the fractionation of aqueous aluminium in dilute acidic waters*. Int. J. Environ. Anal. Chem. 49 (Suppl 1), 95-101.

EMEP 2003. *Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe*. EMEP rapport 1/2003.

Erlandsson, M. 2003. *Beskrivning av försurningsstatusen i Sveriges vattendrag*. Examensarbete, SLU, Uppsala, 44 sidor.

- Juto, U. & Temnerud, J. 1999. *Undersökning av skyddszoners effekter på vattenkemin under vårfloden 1998 i fyra bäckar i Östra Jämtland*. Examensarbete, Umeå universitet, 26 sidor.
- Laudon, H. 2000. *Separating Natural Acidity from Anthropogenic Acidification in the Spring Flood of Northern Sweden*. Doktorsavhandling, Silvestria 160, SLU.
- Laudon, H., Westling, O., Poléo, A.B.S. & Vøllestad, L.A. 2001. *Naturligt sura och försurade vatten i Norrland*. Naturvårdsverket, rapport 5144.
- Laudon, H. 2002. *Episodförsurning i Norrbotten. Återhämtning och framtidsutsikter*. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapport 2/2002.
- Laudon, H. & Bishop, K. 2002. *The rapid and extensive recovery from episodic acidification in Northern Sweden due to declines in SO_4^{2-} deposition*. Geophys. Res. Lett., 29(12): art. no. 1594, 15 juni.
- Laudon, H., Westling, O., Bergquist, A. & Bishop, K. 2004. *Episodic acidification in northern Sweden: a regional assessment of the anthropogenic component*. Journal of Hydrology 297: 162-173.
- Länsstyrelsen i Gävleborgs län 2003. *Analys av skogarna i Dalarnas och Gävleborgs län – prioriteringsstöd inför områdesskydd*. Rapport 2003:12.
- Länsstyrelsen i Gävleborgs län 2004. *God ekologisk status enligt ramdirektivet för vatten. En rapport från Miljöövervakningsenheten*. Rapport 2004:3.
- Löfgren, S. & Fölster, J. 1998. *Trender och samband för pH, alkalinitet och andra försurningsparametrar i svenska vattendrag*. Naturvårdsverket rapport, 17 sidor.
- Naturvårdsverket 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag*. Rapport 4913, 106 sidor.
- Naturvårdsverket 2002. *Kalkning av sjöar och vattendrag*. Handbok 2002:1.
- Rapp, L., Wilander, A., Laudon, H. & Bishop, K. 2001. *Acidification and natural acidity of Swedish lakes*. Ur Rapp, K. 2001. *Critical loads of acid deposition for surface water*. Doktorsavhandling, Silvestria 207, SLU.
- Warfvinge, P. & Bertills, U. 2000. *Recovery from acidification in natural environments*. Naturvårdsverket, rapport 5023.
- Wilander, A., Johnson, R.K., Goedkoop, W. & Lundin, L. 1998. *Riksinventeringen 1995*. Naturvårdsverket, rapport 4813, 191 sidor.

Bilaga 1. De 51 enpunktsvattendragen med resultat från bland annat vattenkemianalyser.

Vattendragsnamn	X-koordinat (provpunkt)	Y-koordinat (provpunkt)	Provtagnings- datum	Vatten- temperatur (°C)	Längd uppströms (km)	Avrinnings- område (km ²)
Björnbäcken	6853772	1512833	2005-03-12	0.2	2.71	1.99
Per-Olstjärnen (uppstr)	6838580	1488745	2005-03-09	0.2	0.71	1.12
Drevisfjärden (uppstr)	6847554	1574608	2005-03-07	0.3	1.85	1.44
Stormyrbäcken	6882375	1505145	2005-03-08	0.1	2.57	2.83
Koffeltjärnsbäcken	6854809	1463419	2005-03-12	0.1	0.90	0.78
Amungsbobäcken	6784637	1492941	2005-03-05	0.1	2.91	3.86
Gäddvikstjärnarna (uppstr)	6847443	1535544	2005-03-06	0.2	0.97	0.76
Kölbäcken	6872158	1472567	2005-03-12	0	1.21	1.09
Sävsjön (uppstr)	6862669	1565534	2005-03-07	0.2	2.54	1.46
Rävsvenstjärnen (uppstr)	6853109	1484778	2005-03-10	0.4	3.85	1.94
Gudfarslokarna (uppstr)	6912666	1486338	2005-03-08	0.2	2.27	1.04
Norra Linasen (uppstr)	6824037	1485709	2005-03-09	1.0	0.58	0.36
Slättbäcken	6795384	1518856	2005-03-05	0.1	2.81	1.11
Ljustjärnsbäcken	6830151	1470703	2005-03-10	0.6	0.69	1.13
Långtjärnen (uppstr)	6898785	1516747	2005-03-07	0.2	1.18	0.53
Elaktjärnen (uppstr)	6853064	1467100	2005-03-12	0.2	2.03	1.38
Hornån	6851716	1561391	2005-03-07	0.2	1.99	0.85
Hovåsbäcken	6808042	1551731	2005-03-05	0.1	1.17	1.05
Nappobäcken	6838468	1445633	2005-03-10	0.1	1.84	1.62
Göhällsbäcken	6906022	1500060	2005-03-08	0.1	1.59	0.87
Torkelsboflyet (uppstr)	6865721	1517714	2005-03-08	0.2	1.30	0.99
Kroktjärnen (uppstr)	6748948	1563783	2005-03-03	0.1	0.77	1.03
Rossåsbäcken	6877444	1537731	2005-03-07	0.2	0.73	0.45
Stormyrbäcken	6837397	1480552	2005-03-09	0	5.76	7.30
Klockarsjön (uppstr)	6882779	1514258	2005-03-08	0.1	2.60	1.78
Otetjärnarna (uppstr)	6892014	1525178	2005-03-07	0.1	2.38	1.73
Stor-Billingen (uppstr)	6788142	1558469	2005-03-03	0.1	2.43	2.10
Norrsjön (uppstr)	6887672	1527272	2005-03-07	0.2	0.70	0.50
Långbobäcken	6733784	1536670	2005-03-04	0.1	1.80	1.07
Hästkosjön (uppstr)	6856709	1461735	2005-03-12	0.1	0.72	0.93
Abborrsjön (uppstr)	6832909	1441948	2005-03-10	3.4	3.80	1.65
Brännmursbäcken	6763719	1556966	2005-03-03	0.2	1.85	1.06
Skålbäcken	6841417	1463013	2005-03-10	0	1.50	1.56
Rojärvi (uppstr)	6736226	1533214	2005-03-04	0.1	2.01	0.97
Blötån	6824193	1541778	2005-03-06	0.1	1.65	1.43
Långabäcken	6800405	1495018	2005-03-09	0.2	2.08	2.22
Södra Ösasjön (uppstr)	6743250	1573946	2005-03-03	0.1	0.50	0.15
Grissjön (uppstr)	6807042	1541406	2005-03-05	0.1	1.26	1.12
Stora Lintjärnen (uppstr)	6847583	1510282	2005-03-12	0.1	1.10	0.88
Lomsen (uppstr)	6730669	1552888	2005-03-04	0.2	3.72	2.00
Kölvallsbäcken	6846658	1510693	2005-03-12	0	2.55	2.16
Torringen (uppstr)	6894099	1566809	2005-03-07	0.6	0.99	0.71
Redsjösjön (uppstr)	6831977	1552882	2005-03-06	0.1	2.34	1.42
Läantjärnen (uppstr)	6782789	1523023	2005-03-05	0.1	2.31	1.96
Hornsjön (uppstr)	6836847	1435208	2005-03-10	0.3	3.63	4.04
Stor-Skärjan (uppstr)	6771478	1564792	2005-03-03	0	1.39	0.99
Remmasjön (uppstr)	6886781	1516363	2005-03-08	0.1	1.69	1.07
Koppessibäcken	6779526	1516918	2005-03-04	0.4	1.19	1.04
Islingen (uppstr)	6743092	1549744	2005-03-04	0.1	1.26	0.74
Stor-Dammtjärnen (uppstr)	6742159	1553358	2005-03-04	0.1	1.13	0.66
Häbbergstjärn (uppstr)	6762804	1549092	2005-03-03	0.5	0.51	0.75

Bilaga 1. (forts.)

Vattendragsnamn	pH	Konduktiviteten (mS m ⁻¹)	Färgtal	Alkalinitet (mekv L ⁻¹)	Sulfat (mekv L ⁻¹)	Klorid (mekv L ⁻¹)	Nitrat- kväve (ug L ⁻¹)
Björnbäcken	7.4	4.9	20	0.27	0.110	0.034	90
Per-Olstjärnen (uppstr)	7.2	6.3	30	0.26	0.229	0.031	300
Drevisfjärden (uppstr)	7.5	16	80	0.67	0.437	0.109	150
Stormyrbäcken	7.1	4.9	80	0.31	0.048	0.043	110
Koffeltjärnsbäcken	7.2	4.8	40	0.34	0.027	0.034	80
Amungsbobäcken	7.1	7.9	60	0.38	0.250	0.054	50
Gäddvikstjärnarna (uppstr)	7.1	4.2	40	0.25	0.029	0.046	80
Kölbäcken	7.3	5.1	8	0.33	0.075	<0.028	220
Sävsjön (uppstr)	7.3	6.6	80	0.32	0.179	0.051	260
Rävsvenstjärnen (uppstr)	7.1	4.0	40	0.25	0.065	0.031	80
Gudfarslokarna (uppstr)	6.7	3.6	80	0.23	0.038	0.029	70
Norra Linasen (uppstr)	6.6	5.8	90	0.38	0.033	0.051	20
Slättbäcken	6.8	9.8	120	0.67	0.044	0.046	40
Ljustjärnsbäcken	6.8	4.5	40	0.22	0.094	0.040	110
Långtjärnen (uppstr)	6.8	3.4	40	0.23	0.060	0.031	40
Elaktjärnen (uppstr)	7.1	3.0	10	0.19	0.060	<0.028	50
Hornån	6.9	4.1	80	0.18	0.096	0.046	110
Hovåsbäcken	6.9	4.1	60	0.18	0.112	0.037	130
Nappobäcken	6.9	2.9	20	0.18	0.044	<0.028	40
Göhålsbäcken	6.9	2.8	80	0.18	0.044	0.071	60
Torkelsboflyet (uppstr)	7	3.6	80	0.17	0.060	0.051	160
Kroktjärnen (uppstr)	6.9	4.9	240	0.19	0.027	0.091	30
Rossåsbäcken	6.6	3.3	120	0.14	0.023	0.057	30
Stormyrbäcken	6.7	3.1	30	0.15	0.066	0.049	100
Klockarsjön (uppstr)	6.6	2.5	30	0.11	0.075	0.057	80
Otetjärnarna (uppstr)	6.6	3.3	40	0.18	0.096	0.037	50
Stor-Billingen (uppstr)	6.7	3.9	45	0.12	0.096	0.086	80
Norrsjön (uppstr)	6.8	3.1	80	0.13	0.035	0.071	40
Långbobäcken	6.7	3.4	80	0.14	0.129	0.031	50
Hästskosjön (uppstr)	6.7	2.0	30	0.12	0.023	<0.028	20
Abborrsjön (uppstr)	6.7	2.7	<5	0.17	0.035	0.200	110
Brännmursbäcken	6.6	4.9	80	0.19	0.135	0.048	120
Skålbäcken	6.7	2.5	30	0.14	0.027	0.034	40
Rojärvi (uppstr)	6.4	3.8	80	0.14	0.073	0.057	50
Blötån	6.5	3.0	80	0.12	0.035	0.031	90
Långabäcken	6.4	3.2	40	0.16	0.052	0.040	50
Södra Ösasjön (uppstr)	6.4	6.0	180	0.18	0.081	0.097	150
Grissjön (uppstr)	6.6	3.7	30	0.10	0.144	0.046	110
Stora Lintjärnen (uppstr)	6.7	2.9	20	0.09	0.100	0.049	80
Lomsen (uppstr)	6.1	4.4	240	0.11	0.035	0.094	40
Kölvallsbäcken	6.5	2.8	70	0.09	0.029	0.057	150
Torringen (uppstr)	6.4	2.7	60	0.10	0.060	0.082	60
Redsjösjön (uppstr)	6.5	2.8	20	0.07	0.100	0.029	200
Läantjärnen (uppstr)	6.2	2.4	120	0.08	0.025	0.040	30
Hornsjön (uppstr)	6.1	1.6	60	0.06	<0.021	<0.028	30
Stor-Skärjan (uppstr)	6.1	4.0	160	0.10	0.044	0.069	130
Remmasjön (uppstr)	6	2.1	90	0.04	0.031	0.057	40
Koppressibäcken	5.9	2.0	180	0.04	0.027	0.040	40
Islingen (uppstr)	5.1	2.7	240	<0.03	0.025	0.080	30
Stor-Dammtjärnen (uppstr)	5.5	3.4	180	<0.03	0.042	0.077	40
Häbergstjärn (uppstr)	4.8	2.9	120	<0.03	0.042	0.077	40

Bilaga 1. (forts.)

Vattendragsnamn	TOC (mg L ⁻¹)	Kalcium (mekv L ⁻¹)	Kalium (mekv L ⁻¹)	Magnesium (mekv L ⁻¹)	Natrium (mekv L ⁻¹)
Björnbäcken	2.6	0.195	<0.025	0.092	0.113
Per-Olstjärnen (uppstr)	5.1	0.345	<0.025	0.083	0.080
Drevisfjärden (uppstr)	5.4	0.700	0.049	0.350	0.291
Stormyrbäcken	<2	0.220	<0.025	0.108	0.108
Koffeltjärnsbäcken	3.1	0.285	<0.025	0.055	0.074
Amungsbobäcken	11	0.465	<0.025	0.158	0.126
Gäddvikstjärnarna (uppstr)	4.6	0.230	<0.025	0.067	0.091
Kölbäcken	1.5	0.220	<0.025	0.083	0.117
Sävsjön (uppstr)	6.2	0.320	<0.025	0.133	0.130
Rävsvenstjärnen (uppstr)	3.0	0.160	<0.025	0.072	0.096
Gudfarslokarna (uppstr)	5.6	0.155	<0.025	0.079	0.065
Norra Linasen (uppstr)	9.7	0.280	<0.025	0.142	0.096
Slättbäcken	19	0.700	<0.025	0.225	0.126
Ljustjärnsbäcken	5.4	0.190	<0.025	0.092	0.091
Långtjärnen (uppstr)	3.3	0.125	<0.025	0.083	0.083
Elaktjärnen (uppstr)	2.1	0.145	<0.025	<0.042	0.061
Hornån	9.5	0.145	<0.025	0.092	0.113
Hovåsbäcken	6.8	0.315	<0.025	0.066	0.086
Nappobäcken	2.6	0.125	<0.025	0.06	0.056
Göhällsbäcken	4.9	0.200	<0.025	0.065	0.061
Torkelsboflyet (uppstr)	6.0	0.135	<0.025	0.078	0.104
Kroktjärnen (uppstr)	25	0.265	<0.025	0.100	0.122
Rossåsbäcken	10	0.130	<0.025	0.072	0.100
Stormyrbäcken	4.8	0.110	<0.025	0.067	0.074
Klockarsjön (uppstr)	6.5	0.090	<0.025	<0.042	0.080
Otetjärnarna (uppstr)	4.3	0.135	<0.025	0.076	0.069
Stor-Billingen (uppstr)	7.8	0.175	<0.025	0.068	0.091
Norrjön (uppstr)	11	0.125	<0.025	0.076	0.078
Långbobäcken	5.2	0.165	<0.025	0.049	0.074
Hästskosjön (uppstr)	2.5	0.065	<0.025	<0.042	0.061
Abborrsjön (uppstr)	<2	0.125	<0.025	<0.042	0.061
Brännmursbäcken	11	0.265	<0.025	0.068	0.091
Skålbäcken	3.3	0.095	<0.025	0.054	0.052
Rojärvi (uppstr)	10	0.175	<0.025	0.070	0.083
Blötån	5.9	0.120	<0.025	0.052	0.078
Långabäcken	4.0	0.125	<0.025	0.055	0.065
Södra Ösasjön (uppstr)	29	0.345	<0.025	0.125	0.139
Grissjön (uppstr)	7.1	0.130	<0.025	0.067	0.109
Stora Lintjärnen (uppstr)	4.2	0.100	<0.025	0.046	0.070
Lomsen (uppstr)	37	0.245	<0.025	0.125	0.096
Kölvallsbäcken	7.2	0.100	<0.025	<0.042	0.070
Torringen (uppstr)	10	0.095	<0.025	0.071	0.065
Redsjösjön (uppstr)	4.3	0.095	<0.025	0.044	0.074
Läantjärnen (uppstr)	15	0.120	<0.025	0.046	0.065
Hornsjön (uppstr)	7.8	0.055	<0.025	<0.042	0.048
Stor-Skärjan (uppstr)	23	0.190	<0.025	0.069	0.122
Remmasjön (uppstr)	11	0.060	<0.025	<0.042	0.062
Kopessibäcken	15	0.065	<0.025	<0.042	0.070
Islingen (uppstr)	29	0.095	<0.025	<0.042	0.074
Stor-Dammtjärnen (uppstr)	33	0.140	<0.025	0.083	0.104
Häbbergstjärn (uppstr)	16	0.050	<0.025	<0.042	0.070

Bilaga 1. (forts.)

Vattendragsnamn	AL-NA ($\mu\text{g L}^{-1}$)	ALM-NAD ($\mu\text{g L}^{-1}$)	ALO-NAJ ($\mu\text{g L}^{-1}$)	ALI-NAJ ($\mu\text{g L}^{-1}$)
Björnbäcken	175	20.9	17.9	<3
Per-Olstjärnen (uppstr)	78.4	27.5	22.6	4.9
Drevisfjärden (uppstr)	170	36.3	28.7	7.6
Stormyrbäcken	152	52.4	54.4	<3
Koffeltjärnsbäcken	22.8	17.4	16.0	<3
Amungsbobäcken	97.4	42.3	45.3	<3
Gäddvikstjärnarna (uppstr)	67.7	37.9	35.3	<3
Kölbäcken	35.2	13.1	9.2	3.9
Sävsjön (uppstr)	154	50.8	47.2	3.7
Rävsvenstjärnen (uppstr)	67.4	28.6	23.2	5.5
Gudfarslokarna (uppstr)	65.6	50	50.4	<3
Norra Linasen (uppstr)	231	82.2	76.1	6.2
Slättbäcken	268	152	133	18.8
Ljustjärnsbäcken	90.3	46.4	40.9	5.5
Långtjärnen (uppstr)	127	31.9	30.9	<3
Elaktjärnen (uppstr)	25.7	11.6	8.5	3.2
Hornån	245	111	105	6.7
Hovåsbäcken	248	100	89.7	10.7
Nappobäcken	54	26.4	22.6	3.8
Göhällsbäcken	61.3	39.7	31.1	8.7
Torkelsboflyet (uppstr)	103	54.9	52.9	<3
Kroktjärnen (uppstr)	319	205	190	15.3
Rossåsbäcken	278	152	144	7.8
Stormyrbäcken	107	47.9	37.7	10.2
Klockarsjön (uppstr)	211	93.1	68.3	24.7
Otetjärnarna (uppstr)	60.8	46.6	45.2	<3
Stor-Billingen (uppstr)	198	91.9	83.6	8.4
Norrjön (uppstr)	232	120	116	4.2
Långbobäcken	88.1	55.8	50.5	5.3
Hästskosjön (uppstr)	43.2	21	18.0	3
Abborrsjön (uppstr)	50.1	18.2	11.2	6.9
Brännmursbäcken	374	159	147	12.2
Skålbäcken	113	36.3	25.3	11
Rojärvi (uppstr)	174	107	101	6.5
Blötån	91.1	56.1	50.6	5.5
Långabäcken	103	54.9	44.3	10.6
Södra Ösasjön (uppstr)	338	176	170	6.6
Grissjön (uppstr)	416	118	107	10.8
Stora Lintjärnen (uppstr)	96.1	53.7	46.0	7.7
Lomsen (uppstr)	429	301	284	17
Kölvallsbäcken	147	79.6	72.9	6.7
Torringen (uppstr)	344	198	170	28
Redsjösjön (uppstr)	194	85.9	66.3	19.7
Läantjärnen (uppstr)	162	111	107	3.8
Hornsjön (uppstr)	175	118	97.2	21.2
Stor-Skärjan (uppstr)	227	158	146	12.1
Remmasjön (uppstr)	221	156	131	25.2
Kopessibäcken	162	147	130	16.2
Islingen (uppstr)	344	265	217	48.2
Stor-Dammtjärnen (uppstr)	856	518	446	71.7
Häbbergstjärn (uppstr)	371	233	183	50.1

Bilaga 2. Koordinater för de 120 källsjöarna.

Sjökod	X-koordinat	Y-koordinat	Sjökod	X-koordinat	Y-koordinat	Sjökod	X-koordinat	Y-koordinat
2422	6746410	1556860	2476	6861430	1459340	2541	6771690	1512330
2423	6747920	1548890	2477	6836960	1454600	2543	6775890	1540420
2424	6742090	1541400	2478	6894850	1511480	2544	6807380	1546570
2425	6749680	1549560	2479	6897370	1492230	2545	6825250	1532400
2426	6743990	1559290	2480	6874460	1473400	2546	6790930	1527720
2427	6772980	1542700	2481	6870120	1483890	2547	6790130	1516630
2428	6758050	1521660	2482	6847220	1469090	2548	6824930	1536970
2429	6756040	1543920	2483	6837080	1483250	2549	6878240	1533530
2430	6750750	1552970	2484	6832800	1439830	2550	6840920	1564390
2431	6717870	1528960	2485	6905490	1493990	2551	6872100	1547890
2433	6707470	1540000	2486	6855300	1438250	2552	6868150	1535450
2435	6826600	1482580	2487	6830460	1479460	2553	6854250	1556710
2436	6812770	1510790	2488	6907310	1500030	2554	6857960	1570810
2437	6825160	1478810	2489	6911250	1493450	2556	6844910	1561400
2438	6824300	1497690	2490	6831530	1471280	2557	6836850	1561090
2439	6801870	1507950	2491	6889600	1502380	2559	6863650	1535600
2440	6820960	1485610	2492	6880340	1501190	2560	6850730	1541620
2441	6770050	1499120	2493	6828510	1478440	2563	6825000	1563660
2442	6776580	1509240	2494	6858850	1506200	2565	6898580	1518110
2443	6810230	1475400	2495	6830100	1498330	2566	6894440	1518760
2444	6830950	1493200	2496	6882370	1506040			
2445	6830940	1482190	2497	6829300	1504470			
2446	6779200	1494590	2498	6847820	1516170			
2447	6800300	1505780	2499	6870140	1490860			
2448	6804760	1518160	2500	6846780	1474270			
2449	6823560	1499520	2501	6839420	1442590			
2450	6798560	1502050	2502	6835340	1500700			
2451	6794970	1508560	2503	6896520	1511830			
2452	6803390	1510460	2504	6842900	1531930			
2453	6791660	1491580	2505	6904920	1510800			
2454	6805510	1506010	2506	6836500	1499280			
2455	6889450	1564020	2507	6877050	1490350			
2456	6879540	1565100	2508	6908570	1500690			
2457	6873270	1561890	2509	6838290	1470500			
2458	6875800	1555210	2510	6885020	1482200			
2459	6881990	1565770	2511	6834370	1479320			
2461	6861430	1566820	2512	6911890	1495770			
2462	6891680	1551510	2513	6866820	1509490			
2463	6862950	1579370	2515	6866660	1485930			
2464	6875750	1564200	2520	6704360	1566500			
2465	6879530	1509140	2523	6762180	1559880			
2466	6844620	1495130	2525	6723750	1578730			
2468	6860690	1491470	2530	6785790	1563060			
2469	6851820	1492040	2531	6809840	1557610			
2470	6900050	1480290	2532	6779690	1565110			
2471	6851130	1474850	2533	6794280	1561530			
2472	6858740	1454290	2534	6812740	1532780			
2473	6834020	1508470	2535	6818510	1545870			
2474	6909190	1494600	2538	6819500	1530880			
2475	6843900	1502560	2539	6767470	1513130			

Hur försurat är egentligen Gävleborg?

Rapport nr: 2005:16

Författare: Joakim Dahl
Miljöövervakningsenheten

Utgiven av: Länsstyrelsen i Gävleborgs län

ISSN: 0284-5954

Omslagsbild: Gavleån, Gävle
Fotograf: Joakim Dahl

Tryck: Länsstyrelsen i Gävleborgs län

Upplaga: 125 ex

Vill du veta mer...

Om du vill veta mer om miljötilståndet i länet är du välkommen att besöka vår hemsida på Internet. Du är naturligtvis också välkommen att ringa eller skicka ett brev till oss.

Länsstyrelsen i Gävleborg
Miljöövervakningsenheten
801 70 Gävle

Telefon: 026 – 17 10 00
Webbplats: www.x.lst.se

Rapporten kan beställas från oss eller hämtas i pdf-format från länsstyrelsens webbplats.

Miljörapporter utgivna av Länsstyrelsen 2004-2005

- 2004:3 God ekologisk status enligt ramdirektivet för vatten
- 2004:4 Förorenade områden i Gävleborgs län - Inventering av kemtvättar och garverier
- 2004:5 Blåstång vid Gävleborgskusten 2002
- 2004:6 Fiskyngel och undervattensvegetation i Långvind, Gävleborgs län
- 2004:7 Fiskyngel och undervattensvegetation i Harkskärsviken, Gävleborgs län
- 2004:9 Exploatering av stränder längs Gävleborgs kust
- 2004:10 Konsten att utveckla miljömål - en handbok baserad på Länsstyrelsen Gävleborgs erfarenheter
- 2005:3 Blåstång vid Gävleborgskusten 2004
- 2005:4 Fiskyngel och undervattensvegetation i Axmars Naturresevat, Gävleborgs län
- 2005:6 Hur mår miljön i Gävleborg? Rapport nr 4 i Länsstyrelsen Gävleborgs miljömålsserie
- 2005:14 Förorenade områden i Gävleborgs län - Inventering av branscher inom skogsindustrisektorn
- 2005:16 Hur försurat är egentligen Gävleborg?

Tryck: Länsstyrelsen Gävleborg
Rapportnr: 2005:16
ISSN: 0284-5954
Upplaga: 125 ex



Länsstyrelsen
Gävleborg

Besöksadress: Borgmästarplan, 801 70 Gävle **Telefon:** 026-17 10 00

Webbadress: www.x.lst.se