KALKNING av SJÖAR och VATTENDRAG

INFORMATIONS- OCH SAMRÅDSDAGAR
TÄLLBERG
13 – 15 nov 1984

STATENS NATURVÅRDSVERK
RAPPORT snv pm nr 1919

FISKERISTYRELSEN
MEDDELANDE NR 1:1985

KALKNING av SJÖAR och VATTENDRAG

INFORMATIONS-OCH SAMRÅDSDAGAR TÄLLBERG

13 – 15 nov 1984

STATENS NATURVÅRDSVERK
RAPPORT snv pm nr 1919

FISKERISTYRELSEN
MEDDELANDE NR 1:1985

Redigering: Anders Bogelius

Omslag: Eva Thörnelöf, Erik Degerman, Anders Bogelius.

Tryck: Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län

Upplaga: 1000 ex januari 1985

Distribution: Statens naturvårdsverk
Biblioteket
Box 1302
171 25 SOLNA

Fiskeristyrelsen
Fiskevårdsbyrån
Box 2565
403 17 GÖTEBORG

INNEHÅLLSFÖRTECKNING SID

1.	INLEDNING Jan-Erling Larsson, Statens naturvårdsverk.	1
2.	FÖREDRAG	4
2.1	Nationella och internationella åtgärder mot försurningen.	4
2.2	Referenssjöar till kalkning.	11
2.3	Gödsling av försurade och kalkade sjöar - Effekter på planktonsamhällena.	13
2.4	Gödsling av försurade och kalkade sjöar - Allmän bakgrund och effekter på vattenkemin.	14
2.5	Kalkdoserare - Biologiska effekter.	16
2.6	Riksinventeringen, vintern 1984/85.	25
2.7	Sjö- och vattendragsregistren.	28
2.8	Kalkningsregistret.	34
2.9	Bassystem för användning av kalkregister.	40
2.10	Utvärdering av doseringsanläggningar.	46
2.11	Kalkning av sjöar och vattendrag. Dosberäkningar och kalkningsmedlens metallinnehåll.	52
2.12	Markkalkning för ytvattnet, -försök till dosberäkningar.	60
2.13	Våtmarkskalkning - en metod att kalka rinnande vattendrag.	65
2.14	The expermental lake neutralization project in Ontario, Canada.	71
2.15	Kvicksilver i fisk i svenska skogssjöar.	73
2.16	Havsöring, lax och ål i västsvenska vattendrag.	80
3.	PANELDEBATT	85
4.	GRUPPARBETEN	87
4.1	Referenssjöar, riktlinjer för skydd.	87
4.2	Fiskevård i sura och kalkade vatten	89
4.3	Länsplanering, prioriteringar m m.	92
4.4	Regionala myndigheter - bidragstagare.	96
4.5	Dosberäkningar och kalkningsmetodik	101
5.	DELTAGARFÖRTECKNING	103

1. INLEDNING

Jan-Erling Larsson

Statens naturvårdsverk
Box 1302
171 25 SOLNA

INTERNATIONELLT

För ett par år sedan formulerade de nordiska länderna en försiktig strategi med förslag om reduktion av svavelutsläppen med 30 % över en 10-15 årsperiod. Nu bjuder länderna över varandra och flera lovar upp till 50 %. Det är en gynnsam utveckling. Ett formaliserat avtal om åtgärder att undertecknas i Helsingfors, ser ut att komma 1985 inom ramen för luftvårdskonventionen.

I miljöövervakningsprogrammen kommer nu kväveoxider in i EMEP - det europeiska luftkvalitetsnätet. Ett metallprogram planeras också. Möjligheterna att introducera "integrerad monitoring" i avrinningsområden undersöks med mätningar i luft, mark och vatten.

Förbundsrepubliken Tyskland är motor i den europeiska utvecklingen med intensifierade motåtgärder mot försurningen. Nyckelordet är "Tannenbaum". Det finns ute i Europa en folklig förankring av kampen mot försurningen.

ANSLAGET ÅTGÄRDER MOT FÖRSURNINGEN

uppvisar en gynnsam utveckling.

Vi litar på att ni har en optimal planering ute i länen för en rationell medelsanvändning.

KALKNINGSREGISTRET

är som vi ser det ett exempel på ett mycket positivt samarbete med länsstyrelserna. Vi är glada för engagemanget ute i landet. Ni kan räkna med att vi satsar centralt på utveckling och ökad tillgänglighet. Läs INKABLADET, "medlemstidningen" och hör av er till Eva Thörnelöf med era synpunkter.

ADB-SAMARBETE

På naturvårdsverket uppskattar vi de kvalificerade insatser som gjorts av länsgruppen med Leif Göthe i spetsen.

Ökad tillgänglighet är målet. Det gäller också data från programmet för övervakning av miljökvalitet - PMK. SNV överväger att göra vissa datafiler direkt tillgängliga. Det är viktigt att PMK's referensfunktion kan uppfyllas när det gäller kalkning och recipientkontroll.

Allmänna råd för recipientkontroll är nu ute på remiss. Naturvårdsverket överväger att bygga upp ett begränsat register med

- selekterade och aggregerade vattenkvalitetsdata för avgränsade geografiska områden belysande vissa fenomen och problem.

REFERENSSJÖAR

till kalkningsverksamheten är viktiga undersökningsobjekt för att följa försurningen. Håll dem intakta! Program för skydd diskuteras här i Tällberg.

TEKNIK

Vi satsar vidare på:

- kontroll av kalkningsåtgärdernas effektivitet i tid och rum ur teknisk och biologisk synpunkt. Scandiaconsults rapport är en första produkt,
- detaljer i de tekniska lösningarna lämnar vi emellertid åt entreprenörerna och den tekniska utvecklingen, men vi vill formulera effektivitetskrav.

  Därför gör vi utvärdering av metodik och teknik till ett större projektområde under 1985.

  Vi arrangerar också en teknikkonferens under 1985.

KALKNINGSMEDEL

Det är bra med kalkstens- och dolomitmjöl.

Annat är knappast aktuellt. När det gäller olivin - som prövats experimentellt - har det vi hittills sett inte övertygat.

VATTENDRAGSREGISTER

Flera hjälpmedel behövs i vårt arbete, vattendragsregistret är ett, och ett viktigt.

Vi behöver lokalisera och geografiskt representera punkter i sjöar och vattendrag.

Sjöregistret behöver kompletteras och korrigeras. Gör det aktivt på länen och sänd in ändringar till SMHI som sätter nya koordinater. Rättelser och kompletteringar ges ut av SMHI.

En ny bokversion av sjöregistret kommer om 5 år. Men aptiten växer. HYPOS skymtar i dörren.

Sammanfattningsvis: vi behöver hydrologiska uppgifter i kalkningsverksamheten.

ADMINISTRATION

SNV har huvudansvaret för planering och uppföljning av kalkningsverksamheten och samverkar med fiskeristyrelsen. Vi har en gemensam projektgrupp. Den kommer att kompletteras med en tekniker. Projektgruppen möts en gång per månad.

De regionala satsningarna på fiskenämnder och län är emellertid en avgörande förutsättning för att det här skall fungera.

Vår önskan är emellertid, delegera inte ansvaret ytterligare!

Ls måste ansvara för den regionala planeringen, tolkning av AR (Allmänna råd) samt provtagning och kontroll av resultaten från kalkningsverksamheten.

Se till att huvudmannen för ett kalkningsprojekt har minimum en man på platsen som kontrollerar åtgärderna, t ex kalkleverans, distribution av kalk enligt plan etc.

Var aktiva, kalla ihop de länsvisa samrådsgrupperna ett par tre ggr/år för att få ut ert budskap till kommuner och frivilliga. Från centralt håll är vi beredda att ställa upp på regionala träffar så långt vi kan.

Naturvårdsverket utlovar nya allmänna råd för kalkningsverksamheten under 1985. Nytt underlag kommer ständigt fram. En del PM publicerade på senare tid och inte minst årets konferens i Tällberg blir underlag för detta arbete.

Välkomna till Tällberg allesammans.

2. FÖREDRAG

2.1 ÅTGÄRDER MOT FÖRSURNING - NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA INSATSER

Jan Nilsson
Statens naturvårdsverk
Box 1302
171 25 SOLNA

Inledning

Jag skall belysa två frågor

1. Vad görs för att begränsa effekten av försurning och luftföroreningar?

2. Hur inriktas försöksverksamheten med "kalkning" av skogsmark och grundvatten?

Åtgärder i Sverige

Naturvårdsverket har i samråd med sex andra myndigheter lagt fram en aktionsplan mot luftföroreningar och försurning (SNV PM 862). Regeringen kommer att lägga fram en proposition i januari 1985.

Förslagen i aktionsplanen sammanfattas i bilaga

Internationella åtgärder

De nordiska länderna agerar på många sätt för att förmå andra länder att begränsa utsläppen. En central instans för det instans för det internationella samarbetet är ECE (Economic Commission of Europe) i Geneve.

De nordiska länderna initierade den s k 30%-klubben (länder som lovar att under 10 år begränsa svavelutsläppen med minst 30%). Tjugo länder har nu anslutit sig (se nedanstående tabell, där de viktigaste länderna redovisas).

Aviserade begränsningar av SO_2-utsläpp i olika länder. Procentuell minskning i förhållande till basåret 1980 och när målet skall vara nått

Sverige	65%	1995
Frankrike	50%	1990
Västtyskland	50%	1993
Kanada	50%	1994
Norge	50%	1994
Danmark	50%	1994
Holland	40%	1995
Österrike	30%	1993
Belgien	30%	1993
Finland	30%	1993
Italien	30%	1993
Schweiz	30%	1993
Tjeckoslovakien*	30%	1993
Östtyskland*	30%	1993
Sovjetunionen*	30%	1993

- - - -

*av gränsöverskridande transporter

Sammanfattningsvis kan konstateras

- Vi kan förvänta oss att utsläppen av svavel i Europa kommer att minska under den närmaste 10-årsperioden.

- Det finns en klar strävan att också minska NO_x-utsläppen.

Försöksverksamhet - "Kalkning" av skogsmark och grundvatten

Försöksverksamheten finns presenterad i "Fakta om åtgärder mot försurningen av mark och grundvatten, naturvårdsverket februari 1984". För budgetåret 84/85 disponeras 8 miljoner kronor.

De närmast förestående uppgifterna inom grundvattenprogrammet är att

- undersöka och utforma teknik för markkalkning av brunnar i jord och berg

- förbättra och utveckla teknik för avsyrning av brunnsvatten

- utforma enkla anvisningar för val av behandlingsmetoder beroende på vattenkvalitet, geologi och brunnskonstruktion

- kartlägga behovet av åtgärder på riksplanet

- klarlägga utvecklingen bakåt och framåt i tiden av grundvattenpåverkan från sur nederbörd.

Några slutsatser från den pågående försöksverksamheten i skogsmark.

- pH och basmättnadsgraden ökar, särskilt i humuslagret. Det krävs relativt stora givor för att snabbt påverka mineraljorden. Det är möjligt att i grova drag beräkna hur mycket kalk som behöver tillföras för att få en önskad förändring. Markförhållandena, främst humus- och lerhalt, är avgörande.

- Kalkning leder till att mängden utbytbart aluminium minskar kraftigt.

- Tillförsel av mineralnäringsämnen har i vissa försök i Tyskland påverkat utvecklingsförloppet vad gäller skogsskador i positiv riktning. Detta gäller särskilt för marker där en bristsituation föreligger för främst magnesium och kalium.

- Nettomineraliseringen av kväve är lägre i de flesta kalkade ytor. Det beror sannolikt på att mängden mikroorganismer ökar. Kvävet binds upp i dessa organismer.

- Kalkning leder till markbiologiska förändringar. Av stort intresse är vad som händer med mykorrhiza-sambanden, som kan förändras kraftigt.

- Vegetationen kan förändras. Lavar och mossor minskar och ersätts av ökad gräs- och risvegetation.

- Trädens produktion minskar ofta vid tillförsel av stora givor kalksten (>5 ton/ha). Orsakerna kan tolkas som störningar av mykorrhizasambanden, minskad nettomineralisering av kväve och ibland borbrist. Det finns indikationer på att den initiala tillväxtreduktionen (ca 20 år) ersätts av en högre tillväxt hos träden på kalkade ytor (fig 5).

- Positiva tillväxteffekter har främst uppnåtts då kalkning skett före plantering eller i mycket unga bestånd. Bättre ståndorter med C/N-kvot lägre än 30 ger ofta också positiva tillväxteffekter.

SAMMANFATTNING

Åtgärderna hittills och utsläppsutvecklingen

Vi börjar nu se resultat av de åtgärder som först vidtogs för att motverka försurningen. Svavelutsläppen har minskat kraftigt i Sverige sedan mitten av 1970-talet. För perioden fram till år 1995 förutser vi en fortsatt minskning av svavelutsläppen inom landet. Under denna period väntas svavelutsläppen minska avsevärt även i omgivande länder.

Kväveoxidutsläppen ökade kraftigt såväl i Sverige som i Europa under 1950- och 1960-talen. Sedan mitten av 1970-talet har utsläppen varit ungefär oförändrade i Sverige. I Europa har ökningen av utsläppen avtagit. Vi väntar oss att kväveoxidutsläppen skall minska i Europa till år 1995. Inom landet väntas kväveoxidutsläppen förbli ungefär oförändrade under denna period om inga nya åtgärder vidtas.

Luftkvaliteten i de svenska tätorterna har förbättrats till följd av de minskade svavelutsläppen. Sedan mitten av 1970-talet har även sulfathalten i nederbörden minskat.

Försurnings- och luftföroreningsläget - behovet av åtgärder

Luftföroreningarna drabbar både mark och vatten. Under de senaste åren har skogen skadats i stor omfattning i Mellaneuropa. Även i Sverige har skogsskador registrerats.

Skogen kan skadas dels genom att trädkronorna påverkas direkt av föroreningar i luften, dels genom försurning av skogsmarken. Sannolikt spelar inte bara svavel- och kväveföreningar roll utan även höga halter av bl a ozon.

Försurningen av skogsmark liksom av jordbruksmark påverkas förutom av det sura nedfallet även via de naturliga biologiska processerna och av olika odlingsåtgärder.

Försurningstrycket väntas minska i viss mån till år 1995 till följd av de utsläppsminskningar som förutses. Den förändring som kan skönjas är dock inte tillräcklig för att skydda känsliga områden. Syratillförseln och luftföroreningarna behöver minskas ytterligare om skador skall kunna undvikas.

Svavlet är fortfarande den viktigaste källan till försurning av mark och vatten. Det gäller att säkra den minskning av svavelutsläppen inom landet som inletts och att ta tillvara möjligheter till fortsatta minskningar.

Kvävets roll för försurningen av mark och vatten väntas successivt öka. I de begränsade områden i sydligaste Sverige där man nått kvävemättnad spelar nedfallet av sura kväveföreningar redan idag stor roll för mark- och vattenförsurningen. Även vid de s k surstötarna påverkar det sura kvävenedfallet direkt sjöarna och vattendragen.

Orsakerna till skogsskadorna är komplexa och sambanden är ofullständigt kända. Den bedömning som kan göras idag innebär att det är nödvändigt att vidta åtgärder mot kväveoxidutsläppen för att motverka skador på skogen, samtidigt som svavelutsläppen begränsas. Om så inte sker riskerar man att omintetgöra de positiva effekterna av minskningen av svavelutsläppen.

Under 1970- och 1980-talen har syratillförseln via de biologiska processerna blivit bättre kartlagd. Påverkan på ekosystemen kan delvis begränsas genom att vissa åtgärder inom jordbruket och skogsbruket anpassas för att motverka försurning. Det är angeläget att ta till vara dessa möjligheter att minska belastningen på naturen och öka motståndskraften hos organismerna.

En fortsatt kalkning av ytvattnen blir enligt vår bedömning nödvändig under minst ett par decennier trots minskande utsläpp. Det blir också nödvändigt att vidta åtgärder för att motverka försurningen av grundvattentäkter.

Forsknings- och utvecklingsarbetet bör intensifieras för att skapa ett bättre underlag för beslut om åtgärder.

Åtgärdsprogram

Vi föreslår ett åtgärdsprogram med följande punkter:

1. Minskning av svaveldioxidutsläppen med minst 65% mellan år 1980 och år 1995

   Redan fattade beslut fullföljs. Svaveldioxidutsläppen från industrins processer begränsas från nuvarande lovgivna ca 100 000 ton per år till ca 50 000 ton år 1995. Åtgärder för att åstadkomma ytterligare avsvavling av olja utreds.

2. Minskning av kväveoxidutsläppen med minst 30% mellan år 1980 och år 1995

De s k USA-83-kraven införs på bensindrivna fordon fr o m 1987 års modeller och på tunga dieselfordon fr o m 1988 års modeller. Utsläppen av kväveoxider från förbränningsanläggningar begränsas. Ett program för minskning av kväveoxidutsläppen med 30% från förbränningsanläggningar tas fram. I programmet bör också styrmedel av olika slag diskuteras.

Införande av de s k Kalifornienkraven för tunga dieselfordon i Sverige samt kostnader och effekter av att minska de långväga godstransporterna i tunga dieselfordon utreds.

Bidrag från Kol-Miljöfonden införs för utveckling och demonstration av teknik för att minska utsläppen av kväveoxider från förbränningsanläggningar

3. Begränsning av klorväteutsläppen.

4. Begränsning av utsläppen av försurande ämnen från gruvavfall

Statliga medel ställs till förfogande för behandling av gammalt gruvavfall.

5. Åtgärder inom skogsbruket

Intensifierad information och rådgivning om skogsskadornas orsaker samt om möjliga åtgärder för att begränsa effekterna.

Begränsning av skogsgödsling samt av s k helträdsutnyttjande i enlighet med vad som redan beslutats eller planerats.

Utredning om skötsel av lövskog

6. Åtgärder inom jordbruket

Rådgivningen tillförs ökade resurser så som föreslagits av utredningen om användningen av kemiska medel i jord- och skogsbruket. Förstärkningen görs så stor att rådivningen på ett effektivt sätt kan bidra till att elminera miljöeffekter av såväl försurning som växtnäringsläckage.

Utredning om konsekvenserna av en ökad användning av icke försurande gödselmedel inom jordbruket.

Begränsning av ammoniakavgången från jordbruket.

7. Kalkning

Kalkningen av sjöar och vattendrag ökas successivt under den närmaste perioden. Ett särskilt program, inriktat på att utveckla metoder att genom åtgärder i miljön sänka kvicksilverhalten i fisk, drivs inom ramen för sjökalkningsprogrammet.

Försöksvisa statsbidrag för kalkning och andra åtgärder i grundvattentäkter

8. Försöksverksamhet

Fortsatt försöksverksamhet avseende åtgärder för att motverka försurning av mark och grundvatten.

9. Forskning och utveckling

Förstärkta insatser för inventering, övervakning och forskning vad gäller hälsoeffekter, skog, mark och grundvatten (inkl korrosion)

Intensifierad teknisk forskning och utveckling

De utsläppsbegränsande åtgärder som vi föreslår beräknas kosta ungefär en miljard kronor per år vid mitten av 1990-talet. De största kostnaderna gäller avgasreningen på bensindrivna bilar - ca 600 milj kr per år.

Kostnaderna för de skärpta avgaskraven på bensindrivna fordon drabbar i första hand bilägarna. Kostnaden per år och bil kan uppskattas till 300-700 kr.

Statsbidragen till kalkning av sjöar och vattendrag ökar enligt vårt förslag med 20 milj kr per år under början av perioden. Härutöver kommer en sammanlagd kostnad på 30 milj kr för försök med statsbidrag till åtgärder i grundvattentäkter.

Den årliga kostnaden för inventering, övervakning, och forskning höjs med drygt 10 milj kr enligt vårt förslag.

Om målen att minska svaveldioxidutsläppen med 65% och kväveoxidutsläppen med 30% uppnås kommer

- de årliga utsläppen av svaveldioxid att minskas med ca 30 000 ton utöver vad som följer av redan fattade beslut

- de årliga utläppen av kväveoxider att minskas med ca 90 000 ton

Detta leder - tillsammans med redan fattade beslut samt de åtgärder som väntas bli genomförda i Europa - till att svavelnedfallet i Sverige kommer att minska med 30-40% medan pH i nederbörden beräknas öka med 0,3-0,5 enheter. Åtgärderna inom jordbruk och skogsbruk bidrar till att ytterligare motverka försurning och luftföroreningar. Vårt förslag innebär vidare i många fall väsentliga förbättringar i närheten av stora punktkällor.

De skärpta kraven på rening av bilarnas avgaser leder - utöver minskningen av kväveoxidutsläppen - till att utsläppen av koloxid och kolväten minskar. Minskningen av bilavgasutsläppen är synnerligen starkt motiverad också från hälsosynpunkt.

De kalkningar av sjöar och vattendrag som redan inletts kommer att fullföljas. Härutöver kommer nya sjöar och vattendrag att kalkas. Kalkningen bör kunna bidra till att minska kvicksilverinnehållet i fisk i vissa vatten.

Åtgärder i de suraste brunnarna bör kunna genomföras under perioden.

De utredningar som vi föreslår skall genomföras kommer att ge underlag för beslut om ytterligare åtgärder redan inom de närmaste åren. Den föreslagna förstärkningen av inventering, övervakning och forskning kommer också att bidra till att ge oss bättre underlag för det fortsatta arbetet.

Diskussion:

- Axel Wenblad: Är det inte på gång en diskussion om utsläppsbegränsningar i England?
- Jan Nilsson: Jo. Miljöutskottet föreslår i sin rapport att svavelutsläppen minskas med 60 %.
- Har det gjorts försök med tillsats av magnesium vid gödsling?

Jan Nilsson: Ja. Positiv effekt med tillsats av Mg och K.

- Hans Berggren: Har man kväveförgiftning genom direktdeposition?
- Jan Nilsson: Ja
- Axel Wenblad: Finns det exempel på att nitrat läcker ut från markerna?
- Jan Nilsson: Ja, Gårdsjön - lite nitrat. Skånes åar - stora mängder (10-12 kg/ha·år)

2.2 REFERENSSJÖAR TILL KALKNING

Anders Wilander
Laboratoriet för
miljökontroll
SNV
Box 8005
750 08 UPPSALA

Sammanfattning.
Detta program har till syfte att undersöka eventuella långsiktiga försurningstrender i Sveriges sjöar och att kunna ställa resultaten av femårsinventeringarna i relation till surhetstillståndets mellanårsvariationer i sjöarna.
Valet av sjöar skulle främst göras utgående från deras representativitet, framför allt med avseende på pH, färg och sjöstorlek, dock med uteslutning av vissa extremer.
Provtagningar skulle ske under augusti, vid stabila vinterförhållanden och då maximalt sura förhållanden kunde antas råda.
I det följande diskuteras något om resultaten av de hittills gjorda mätningarna med avseende på praktiska förhållanden, representativitet och dessutom något om tolkningar.
Provtagningarna startade i augusti 1983 med 166 och detta antal ökade till 171 i augusti 1984. Det kvarvarande antalet sjöar var 142 alltså 86%.
Under det gångna året har, för den "suraste perioden", fyra län tagit prover i november och åtta under april. För 12 län saknas ännu en provtagning under denna period.
Representativiteten i valet av sjöar diskuteras med 1000-sjöundersökningen i augusti 1972 som jämförelse. Skillnaden i pH-värden mellan sommar och vinter var 0-1 enheter. Provtagningarna under "suraste period" gav vanligen något lägre värden än under augusti. Jämförelser mellan vinterprovtagningen och "suraste period" under våren visar både höjda och sänkta pH-värden.
Det finns alltså anledning att ifrågasätta strategin för provtagning under "suraste period".

Vissa avvikelser i resultaten mellan olika provtagningstillfällen i samma sjö torde orsakas av otillräckligt provtagningsdjup, ytligt smältvatten har påverkat värdena i flera fall.
Halterna av icke marin sulfat och nitrat tycks öka något med minskande pH-värden. Däremot är halterna av järn och mangan oberoende av pH, medan aluminiumhalterna naturligtvis ökar.

Diskussion

Axel Wenblad frågade vad syftet är med mätningarna i referenssjöarna.

Anders Wilander och Kjell Johansson svarade att i första hand är programmet uppbyggt för att följa försurningsutvecklingen. Programmet ingår dock även i det mer allmänna övervakningsprogrammet (PMK) som syftar till att studera förändringar av även andra typer av påverkan. Planer finns på att komplettera det kemiska analysprogrammet med ett biologiskt program.

Thorsten Ahl redovisade en idéskiss till ett sådant biologiskt program i ett 30-tal av de sjöar som ingår bland referenssjöarna. Vilka dessa 30 sjöar blir är inte helt klart.

Carl-Erik Johansson ansåg att referenssjöprogrammet är en mycket viktig del för att ge en bra kännedom om landets natur.

Sten Bergström ansåg att provtagningstillfället under suraste perioden borde styras av kännedom om vattenflöden eftersom de suraste perioderna inträffar då vattenflödena är störst. Anders Wilander föreslog att tätare provtagningar i tiden bör utföras i ett urval av referenssjöar för att dokumentera när den suraste perioden verkligen inträffar.

Carl-Erik Johansson frågade om de naturgeografiska regionerna utnyttjas vid val av sjöar för de 30-tal sjöar där biologiska provtagningsprogram planeras. Thorsten Ahl svarade nej, men att dessa regioner varit styrande för andra program inom PMK.

Axel Wenblad sammanfattade: I stort sett är urvalet av sjöar i referenssjöprogrammet bra. Det är önskvärt att vi får tätare provtagningsprogram i vissa av sjöarna.

2.3 GÖDSLING AV FÖRSURADE OCH KALKADE SJÖAR - EFFEKTER PÅ PLANKTONSAMHÄLLENA

Peter Blomqvist, Ola Broberg, Hans Olofsson, Håkan Olsson

Limnologiska institutionen
Box 557
751 22 Uppsala

SAMMANFATTNING

Planktonutvecklingen vid olika närsaltstillsatser presenteras från två serier av korttidsexperiment utförda i plastsäckar. Försöken utfördes in situ i sjöarna Vithavet, där 40 µgP/l respektive 40 µgP/l samt 400 µgN/l tillsattes, och Långsjön, där tillsatserna var 15 µgP/l respektive 15 µgP/l samt 150 µgN/l. I Vithavsexperimentet erhölls en tredubbling av växtplanktonbiomassan, när enbart fosfor tillsattes. I försökets slutfas utgjorde kiselalger och cryptomonader ca hälften vardera av biomassan. Vid fosfor- samt kvävetillsats hade biomasseuppgången ej avstannat vid försökets slut och uppgick då till 8 ggr kontrollsäckens biomassenivå. Kiselalger utgjorde ca 80% av biomassan och cryptomonader samt blågrönalger ca 7 respektive 13%.

I Långsjöexperimentet erhölls inga, eller möjligen negativa, förändringar av växtplanktonbiomassan när enbart fosfor tillsattes. Vid fosfor- samt kvävetillsats ökade biomassan med en faktor 2-3 jämfört med kontrollsäckens. Stegvis tillsats av näringsämnena resulterade i stegvis ökning av biomassan, medan engångstillsats ledde till omedelbar ökning. Vid båda typerna av tillsats erhölls i slutskedet ett växtplanktonsamhälle till ca 40% vardera bestående av chrysomonader och kiselalger och till ca 20% av övriga alggrupper.

Djurplankton visade under försöken ingen markerad förändring i artsammansättning. Biomassan visade samma, men 2-3 ggr svagare, respons på närsaltstillsatserna som växtplanktonbiomassan. I Långsjön noterades således en 1,5 ggr högre slutbiomassa endast där både fosfor och kväve tillsatts. Enbart fosfortillsats i Vithavet medförde att djurplanktonbiomassan ökade med 1,7 ggr medan kväve och fosfor tillsammans gav en ökning på 2,7 ggr. I likhet med säckförsöken visade helsjöförsöket i Hecklan, att växtplanktonbiomassan ökade vid gödsling. Under 1983, då sjön kalkats på våren, hade Hecklan mycket låga växtplanktonbiomassor (sommarmedelvärde ca 0,1 mm^3/l). Samhället dominerades av chrysomonader och cryptomonader, med inslag av chlorococcaler och kiselalger. Liknande samhällen har beskrivits från andra oligotrofierade, kalkade sjöar. Från och med våren 1984 gödslades sjön kontinuerligt och fosforhalterna ökades från ca 5 till 10 µgP/l. Även kväve tillfördes i förhållandet 3:1 till fosfor. Ökningen av växtplanktonbiomassorna uppgick till ca en faktor 5 (sommarmedelvärde 1984 0,511 mm^3/l) och ett samhälle liknande det som beskrivits från opåverkade oligotrofa skogssjöar utvecklades.

2.4 GÖDSLING AV FÖRSURADE OCH KALKADE SJÖAR - ALLMÄN BAKGRUND OCH EFFEKTER PÅ VATTENKEMIN

Håkan Olsson, Peter Blomqvist, Ola Broberg, Hans Olofsson

Limnologiska institutionen
Box 557
751 22 Uppsala

SAMMANFATTNING

Undersökningar i Gårdsjön och dess tillrinningsområde har visat att fosfor i sur miljö i hög grad fastläggs i marken i stället för att tillföras sjön. Fosfor är produktionsbegränsande ämne i de flesta näringsfattiga sjöar. Den minskade tillförseln av fosfor i kombination med en trolig hämning av den interna regenereringen av fosfat från organiska fosforföreningar har lett till en produktionsminskning i försurade sjöar. Produktionen har till viss del kunnat ökas genom sjökalkningar, men är lägre än i icke försurade oligotrofa sjöar.

De gödslingsexperiment som presenteras här har som syfte att klarlägga om kontrollerade närsalttillsatser kan höja produktionsnivån i kalkade sjöar utan att skapa oönskade förändringar i växt- och djurliv. Presentationen uppdelas i två delar. I den första delen ges en allmän bakgrund, en kort försöksbeskrivning samt resultat från laboratorie-, säck- och helsjöförsök. I den andra behandlas utvecklingen av planktonsamhällena i två säckförsök och i helsjöförsöket.

Resultat från laboratorieförsök visar att biotiskt fosforupptag dominerar stort i flertalet av de undersökta sjöarna, men i några sjöar binds en stor del av den tillsatta fosforn upp abiotiskt och kommer därmed inte planktonsamhällena tillgodo. Det betyder att en del sjöar kan vara svåra att gödsla. Säckförsöken visar att enbart fosfortillsatser inte alltid ger en höjning av fytoplanktonbiomassan, vilket emellertid fosfor + kvävetillsatser gjorde. Enbart kvävetillsatser, som testades i kompletterande laboratorieförsök, medförde ingen stimulans av fytoplanktontillväxten.

I helsjöförsöket testades ett gödningsmedel vilket, genom en temperaturberoende diffusionsprocess, ger ett kontinuerligt flöde av näringsämnen till vattenmassan. Totalt tillsattes 14,5 kg fosfor och 42 kg kväve under de fem månader som försöket pågick. Totalfosforhalterna i epilimnion under gödslingens tre första månader uppmättes till 10-15 µgP/l vilket innebär en ungefärlig fördubbling jämfört med förhållandena före gödsling. Under eftersommaren noterades dock en minskning av totalfosforhalterna i epilimnion. Minskningen kunde främst hänföras till en minskning av halten av partikulär fosfor.

En preliminär budgetberäkning visar att förlusterna av fosfor från epilimnion via utflödande vatten uppgick till 16% av de totala förlusterna. En övervägande del av fosforn i epilimnion måste således förlorats via sedimentation till hypolimnion eller fastläggning i litoralen (ca 15,3 kgP/5mån). En beräkning över ett "normalår" med en antagen totalfosforhalt i epilimnion på 5,5 µgP/l resulterar i att 60% av de

totala förlusterna, eller 2,4 kgP/5månader, går till sedimenten.

Sammantaget visar försöken
- att relativt stora fosformängder måste tillföras systemet för att en fördubbling av totalfosforhalterna i epilimnion skall uppnås,
- att en stor del av den tillsatta fosforn stannar i sjön, samt
- att inte enbart fosfor- utan fosfor + kvävetillsatser kan vara nödvändiga för att höja fytoplanktonbiomassan.

Omsättningen av fosfor måste således studeras i flera delekosystem och under flera år för att försäkra att negativa effekter inte uppstår på sikt. Kvävets tillväxtbegränsande roll gör att även omsättningen av detta ämne måste studeras. Först därefter kan möjligen generella råd och anvisningar om sjögödsling utarbetas.

Diskussion

Hans Berggren frågade hur gödslingen fungerar då t ex fiskar finns i systemet och om perifyton kunde konkurrera med växtplankton om näringstillskottet. Peter Blomqvist svarade att man inte av praktiska skäl hade kunnat ha fiskar i påsarna och att påsförsöken hade utförts under för kort tid för att utvärdera eventuella effekter av perifytonkonkurrens. I fallet Hecklan där hela sjön gödslats var resultaten beroende även av interaktionen från andra organismgrupper.

2.5 - KALKDOSERARE - BIOLOGISKA EFFEKTER

Per-Erik Lingdell, Eva Engblom
LIMNODATA AB
Myggdalsvägen 120
135 43 TYRESÖ

1.1 Anläggningsarbeten med kalkdoserare kan orsaka kraftiga slamgrumlingar.
1.2 Uppstart av kalkdoserare kan orsaka kraftiga kalkgrumlingar (fig 1).

De häftiga grumlingar (JTU>300) vi observerat har orsakat ökad drift av bottenfaunan. Vidare har en lång sträcka nedströms det som orsakade grumlingen täckts av kalk eller slam. För att inte i onödan begrava ägg och fiskrom, eller larver och fisk med begränsad flyktförmåga, anser vi det önskvärt att anläggningsarbeten samt uppstart av kalkdoserare sker när så få arter som möjligt befinner sig i äggstadiet. Lämplig tidpunkt är beroende av vilka livscykler i vattendraget befintliga arter har. Vi har noterat att grumlingar vid bla brobyggen reducerat bottenfaunan. Efter ett par år har bottenfaunan dock varit i det närmaste återställd varför vi tror att problem av typ 1.1 och 1.2 är av övergående natur. Tips : Vid start av tex en Borlängekalkare kan man fånga upp överskottskalk i plastsäckar i stället för att låta kalken hamna i vattnet och orsaka onödiga grumlingar.

1.3 Vid kalkdoserares drift ökas vattnets grumlighet (fig 2).

En kontinuerligt hög grumlighet leder troligen till en totalt förändrad bottenfauna. Grumliga vattendrag (JTU>30) har såväl i Grönländska jökelälvar som i skånska åkerdiken helt dominerats av chironomider (fjädermyggslarver). Trots den mycket höga grumligheten (JTU uppskattningsvis > 300) vid en del av de Grönländska jökelälvarna är dessa vanligen mycket fiskrika vilket visar att hög grumlighet i sig inte behöver vara farlig. Vid en kalkdoserare kan grumligheten vara så hög som flera 100 JTU vid själva doseraren. Bottenfaunan har vid sådana förhållanden alltid varit kraftigt reducerad. Grumligheten har dock snabbt avtagit till acceptabla nivåer (JTU < 10) samtidigt som bottenfaunans artrikedom och täthet ökat. Vi ser inte grumlingar orsakade av de torrdoserare vi studerat som ett allvarligt problem.

1.4 Kalkbankar kan bildas nedströms kalkdoserare (fig 3-4).

Bottenfaunan på och i kalkbankar har visat sig vara kraftigt reducerad jämfört med ej kalkbelagda partier nedströms kalkdoserare i samma vattendrag. Vi tror att denna reducering orsakas av punkt 1.3 samt att antalet mikrobiotoper minskats. Djur som lever under stenar tex har inte längre några stenar att leva under. Det är inte ovanligt att snäckor och andra känsliga arter kryper omkring på kalkbankarna vilket indikerar att kalken i sig ej är farlig. Grävande arters mag- och tarminnehåll består ofta till stor del av kalk. Djuren har inte tagit någon synbar skada av detta. Vattendrag vars botten naturligen består av kalk (en del gotländska vattendrag, Engelska kritströmmar mm) har visat sig ha en mycket art och eller individrik bottenfauna. Kalkbankarna ger ett visst skydd mot uppifrån kommande surt vatten om doseraren tillfälligt är ur funktion. Dels omsedimenteras kalkbankarna av vattnets rörelser, dels sker ett nytillskott av "färsk" kalk, varför det alltid finns tillgång på aktiv kalk. Vid ett tillfälle har detta förhållande troligen räddat känsliga arter från att

helt slås ut från ett vattendrag (Skämningsforsån, Habo kommun). I långsamt rinnande vatten kan kalkbankarna bitvis ha en mäktighet av nästan 1 m i doserarens närhet. Spår av kalk kan finnas upp till 2 km från doseraren.I smärre vattendrag med hög vattenomsättning har mängden sedimenterad kalk varit ringa. Vi ser störningar av typ 1.4 som i huvudsak ett estetiskt problem.

1.5 Nedströms kalkförekomster har ibland en ökad utfällning av metaller konstaterats på djurens gälar och kroppsytor (fig 3).

Vi har gjort visuella (mikroskop) observationer av ökad metallutfällning på djur och botten nedströms såväl kalkdoserare som naturliga kalkförekomster. Vi vet dock inte vilka metaller det rör sig om. Vi vet att vissa typer av utfällningar inte dödar djuren trots att dessa är helt täckta av utfällningen. Andra utfällningstyper kan vara letala även i små kvantiteter.Vidare saknas kunskap om metallernas ursprung (uppströmspartier och/eller sidoinströmning). Det är troligen väsentligt att man får klart för sig vilken längdutsträckning de metallutfällningar kan ha som kommer från vatten uppströms kalkdoserare. Normalt stiger pH succesivt i ett vattendrag varför metallproblem troligen alltid finns någonstans i ett vattendrag vars högre partier är försurade. Vi tror att kalkdoserare gör att metallproblem uppstår högre upp i systemet än vad som hade varit fallet utan kalkdoserare. Det är oturligt om metallproblemen får ett sådant läge att de omsluter tex en fiskodling. Vi ser metallutfällningar orsakade av surt vatten uppströms doserare som i första hand ett markkalkningsproblem.

- När är det olämpligt att placera en kalkdoserare i ett vattendrag.

2.1 När det finns risk för driftstörningar (fig 4).

När en doserare startas upp reduceras befintlig bottenfauna (vi har inte material från någon start som ej orsakat kraftiga grumlingar) . Efter en tid byggs, om förhållandena är gynnsamma, en ny typ av bottenfauna upp (vi har bara material från bäckar nedströms kalkade sjöar, samt material före och efter naturliga pH-höjningar som visar detta. Vi tror att man även vågar väga in den faunaförbättring som är vanlig någonstans nedströms kalkade partier jämfört med uppströms). Den nya bottenfaunan är vanligen mer anpassad till höga pH-värden än den föregående. Vid ett tillfälligt avbrott i doserarens drift under perioder med surt vatten kan känsliga medlemar av bottenfaunan slås ut. Efter ett driftstopp av kalkdoserare i Nykyrkebäcken (Habo kommun) var bottenfaunan dels onormalt individfattig dels återfann vi inte en art som fanns där före och direkt efter kalkning. Om man ser försämringen som ett resultat av driftstoppet har således kalkdoseraren gjort mer skada än nytta. Vi ser störningar av typ 1.6 som ett direkt hot mot vattendragens biologi. Detta gör vi vidare mot bakgrund av att de okalkade vattendrag vi undersökt, som har stor skillnad mellan högsta och lägsta pH (orsakade av tex surt smältvatten) också visat sig ha en mycket reducerad bottenfauna. Man vet att de metaller som fäller ut på bottnarna under perioder med höga pH-värden, under en surstöt kan lösas ut och ge upphov till högre metallhalter i vattnet efter kalkning än vad som fanns före kalkning. Drifstopp vi observerat har berott på hopklumpad kalk, elektriskt fel eller tom kalkbehållare. Vi tror att ett tillfälligt driftstopp av en kalkdoserare kan tillintetgöra flera års arbete och anser därför- Bättre ingen doserare alls än en som kan sluta fungera.

2.2 När tillströmning av surt sidovatten nedströms kalkdoseraren är betydande.

Vi tror detta mot bakgrund av iaktagelser gjorda i bäckar nedströms kalkade sjöar eller nedströms naturliga kalkförekomster. Våra iaktagelser nedströms kalkdoserare är för få och dessutom gjorda vid doserare som bara varit i drift en kort tid varför vi inte enbart därifrån kan säga att det är så. Om tillströmningen av surt vatten nedströms en doserare är betydande kommer troligen bara kärnan i vattendraget att ha ett högt pH (fig 5C och 9-11). Tillströmmande surt vatten är troligen metallrikt varför man bör räkna med betydande övergångsaktiviteter av metaller från en form till en annan. Vi vet att bottenfaunan i C-sektioner (fig 5C) vanligen är mycket kraftigt reducerad. Vi vet inte om detta beror på metallproblem eller det sura vattnet i sig. **Vi tror att det är farligt att placera en kalkdoserare uppströms mark som avger surt vatten. Vi tror att man under sådana förhållanden, för att undvika metallproblem, måste markkalka sura markpartier innan kalkdoserare tas i drift.**

- När råder tveksamhet om doserares lämplighet.

2.3 När vattenhastigheten är låg.
2.4 När bottenfaunan i ett vattendrag huvudsakligen består av, eller kan antas ha bestått av arter som är mycket känsliga för grumlighet.
2.5 När bottenfaunan består av, eller kan antas ha bestått av arter som är karaktäristiska för mycket alkalinitetssvaga vattendrag.
2.6 När man ej känner till karaktären av det vatten som rinner till nedströms doseraren (fig 5).

- Luckor i vår kunskap om kalkdoserare.

3.1 När skall en doserare startas upp för att orsaka minimal skada?
3.2 Orsakar doserare som leder till kontinuerligt hög grumlighet skador?
3.3 Är det ett problem att kalkdoserare kan ge vattnet en högre alkalinitet än den som kan antas ha rått före försurning?
3.3 När är metallutfällningar ett problem?
3.4 Var skall en doserare placeras för att ge optimal biologisk effekt?

De doserare vi besökt har vi ansett ibland ligga för nära det parti man vill skydda ibland för långt ifrån. Tyvärr varierar förmodligen bästa läge från år till år beroende på flöde, ursprungspH mm. Vi tror att en doserare bör placeras minst två km uppströms det parti man vill skydda.
Inom två km har vi noterat störningar på bottenfauna som vi ibland vet och ibland tror är orsakade av doseraren (fig 3). Bortom två km har vi också noterat störningar men vi tror att dessa orsakas av tillströmmande surt vatten från omgivningen (fig 3).

3.5 Hur skall man bära sig åt för att de positiva biologiska effekterna skall få en större utsträckning i längd än vad som nu är fallet?

De kalkningsinsatser vi studerat har vanligen givit någon form av positiva biologiska effekter. Tyvärr har dessa ofta visat sig ha karaktären av refuger. Kan flera små doserare istället för en stor vara ett sätt att utöka den sträcka inom vilken känsliga arter kan existera ? Eller är kombinationer av kalkdoserare och markkalkning en framkomlig väg ? Eller räcker det med enbart markkalkning ? (fig 5-6)

3.6 Vilka arter kommer att återkolonisera på naturlig väg?
3.7 Vilka arter kommer inte att återkolonisera på naturlig väg?

Om en art helt försvunnit från ett vattensystem pga försurning och återkolonisation på naturlig väg ej kan påräknas anser vi att arten efter kalkning bör återinföras. Dock saknas kunskap om hur många djur som krävs av en viss art för att beståndet skall ta sig. Vidare saknas kunskap om huruvida man kan ta en viss art från vilket vattendrag som helst och räkna med att den bildar bestånd eller om bara en viss genotyp klarar av att bilda bestånd. Vidare saknas kunskap om när en viss art bör återinföras för att kunna bilda bestånd.

3.8 Kan man och i så fall i vilka situationer bör man restaurera vegetations- och bottenförhållanden?

Vi tror att kalkningsinsatser ofta misslyckas pga av att de vegetations- och bottenförhållanden som rådde vid kalkningen var ett resultat av långt gången försurning. Det är inte troligt att ursprunglig bottenfauna återkoloniserar så länge biotopen kvarstår som otypisk för den. Vi har funnit att "skeva" artfördelningar är mycket vanliga i samband med kalkning (fig 7). Vegetation bör man kunna återinplantera. Vi har inga realistiska ideer om hur man praktiskt skall gå till väga för att återställa bottenstrukturen.

3.9 Hur skall kringåtgärder utformas för att ge djuren möjlighet att på naturlig väg ta sig tillbaka till vattendrag varifrån de försvunnit pga försurning?

Vi saknar kunskap om hur vandringshinder (vägtrummor mm) skall åtgärdas för att ge fri passage för små djur året runt samtidigt som de ger fri väg för bråte som skall passera trumman. Många arter fungerar som pH-flottörer, dvs driver nedströms när pH blir lågt och tar sig åter upp när pH stiger. Om djuren inte har fri väg upp har man i princip "kalkat för kråkorna" (fig 8). Vi experimenterar för närvarande med olika former av "laxtrappor" i miniatyr (1-2 dm breda och någon cm djupa). Resultaten hittills tyder på att djur som ex Gammarus kan ta sig uppför så enkla konstruktioner som några hopspikade brädor som bildar ränna och tvärställda fastspikade grankottar som bildar trappor. Enda problemet torde vara att få ha trapporna i fred.

- Tankar kring aktuella kalkningsprojekt

4.1 Gagnånprojektet,Habo kommun, R-län (fig 9,11,12)

Gagnån hyser en för sitt läge unik och mycket skyddsvärd fauna. Där finns stationär öring såväl som lekområden för Vätternöring och harr. På bottenfaunasidan är dagsländan Ameletus inopinatus värd att notera. Arten är egentligen en ren fjällart och Gagnån utgör vår sydligaste fyndlokal. Vegetationen runt ån är delvis av norrlandskaraktär. Våtmarkerna längs ån är mycket varierade. Där finns allt från dvärgbjörksmyrar och vassmyrar till tallmossar och öppen mosse. Ån är på många håll mycket vegetationsrik och domineras av Fontinalis- och Potamogetonarter.

Troligen tillhör Gagnån de mer svårkalkade vattentyperna om man eftersträvar att behålla en för ån naturlig fauna. Dels måste hänsyn tas till att fler av de påträffade arterna i naturen är optimalt förekommande i vattendrag med låg grumlighet (JTU < 0.5) och låg ledningsförmåga (us/cm < 30). Vidare måste kalkningen ge avsedd effekt i åns nedre partier som är lekområden för harr och Vätternöring.

Tanken från början var att placera en kalkdoserare i åns nedre partier (förslag 1 fig 9). Detta skulle visserligen lett till att åns nedre partier erhållit önskat pH samt en acceptabel **C**-sektion, men också inneburit risk för metallproblem vid lekområdena pga doserarens närhet. Vidare fanns risk för att bestånden av Ameletus inopinatus och övrig fauna skulle skadas nedströms doseraren pga högre grumlighet och uppströms på grund av fortsatt försurning med ökad utsträckning av **A**-sektioner. Det sistnämnda skulle medföra en minskad nedströmsdrift av bottenfauna och därmed ge fisk i systemets nedre delar ett sämre näringsunderlag. Dessa tankegångar ledde till ett förslag att placera doseraren högre upp i systemet (förslag 2 fig 9). Grumligheten från doseraren skulle då inte störa åns nedre partier medan pH pga av inströmmande vatten likväl torde bli något för lågt där. En reducering av Ameletus inopinatus och övrig bottenfauna nedströms doseraren sågs också som trolig. Hösten -84 utfördes pH-sektionsmätningar och bottenfaunaprovtagning längs Gagnån. Resultaten därifrån (fig 9,11-12) tydde på att det inte var möjligt att få ett bra resultat med enbart en kalkdoserare. Största faran såg vi i det sura yt- och pressvatten som kom från våtmarkerna i Gagnåns mittre partier (fig 9). Sektionerna där var genomgående av **C**-typ (fig 5C och 11) och skulle troligen ha förstärkts (större skillnad mellan lågt och högt pH) om en doserare placerats uppströms dessa. I samband med en förstärkning av **C**-sektionerna är det också troligt att metallaktiviteten skulle ha ökat. Det bedömdes som att ökad metallaktivitet här skulle kunna skada en lång sträcka nedströms doseraren. Markkalkning sågs som den enda utvägen att stoppa utflödet av surt vatten från våtmarkerna samt ett av biflödena. Efter en sådan åtgärd borde de övre **B**- och **C**-sektionerna övergå till **D**-sektioner. Metallerna borde fälla ut högt upp i systemet samt förhoppningsvis fastna i marken vid de markkalkade partierna. pH i centrumfåran vid lekbottnarna i åns nedre partier torde öka och resultera i en gynnsam **B**- eller **D**-sektion utan metallproblem. De skador som grumligheten nedströms doseraren skulle kunna orsaka ansågs acceptabla mot bakgrund av att större delen av sträckorna nedströms borde bli desto bättre. Lokala skador som skulle kunna orsakas av små mängder surt, alumimiumrikt vatten från en av sjöarna sågs som ett sjökalkningsproblem. Att en kalkdoserare överhuvudtaget kommit in i bilden beror mest på att det fanns en över. Markkalkning av Gagnåns övre partierna torde ge ett lika bra eller bättre resultat vid otjälad mark. Om marken är tjälad och avrinningen av surt ytvatten är stor ger förmodligen doseraren bättre effekt. För att gardera sig mot försurning vid lekbottnarna borde en doserare placeras ut efter våtmarkerna. Detta då det inte är troligt att effekterna av den övre doseraren orkar fram till lekområdena om marken är tjälad och avrinningen stor.

4.2 Prästvallbäcksprojektet, Hudiksvalls kommun, X-län (fig 10).

Prästvallbäcken är sedan länge försurad. Bottenfaunan består av försurningstoleranta (ph < 4.5) arter. Vegetation och bottenstruktur har säkerligen sett annorlunda ut före försurning. Stationär öring har funnits och finns eventuellt fortfarande kvar nära källor med högre pH-värden.

Till skillnad från Gagnån finns här inte någon skyddsvärd, befintlig bottenfauna att värna om (frånsett öring). Det är för närvarande orealistiskt att förvänta sig att ursprungliga arter skall återkolonisera efter kalkning. Kalkningen är i första hand till för att höja pH-värdet i Källsjön. Vidare att sänka kvicksilverhalten i Källsjöns gäddor. Det ses som ett plus om öringstammen och bottenfaunan i Prästvallbäcken blir acceptabel.

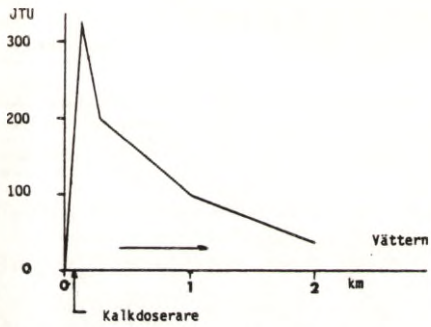
Då sektionerna i Prästvallbäcken huvudsakligen var av **A**- och svag **B**-typ bedömdes en kalkdoserare göra mer skada än nytta i bäcken. En doserare

torde ha resulterat i mycket starka C-sektioner (stor skillnad mellan höga och låga pH-värden) och därmed troligen till hög metallaktivitet i alla partier nedströms doseraren. Markkalkning sågs som enda möjliga metod att låsa fast metallerna i marken samtidigt som det borde leda till B- eller D-sektioner inom kalkade områden. Inom dessa kan man förvänta sig en återkolonisation av "slumpvis" inkommande arter. Om dessa ej räcker till för att bilda näringsunderlag för öring är det troligt att inplantering måste tillgripas. Tyvärr kommer troligen starka C-sektioner att uppstå inom okalkade partier och där är det inte troligt att bottenfaunan blir så individrik att den kan bilda näringsunderlag för öring, om nu öringen av någon anledning skulle vilja vistas där.

Fig 1

GRUMLIGHET VID UPPSTART AV KALKDOSERARE

Nykyrkebäcken
R-län, Habo kommun
840407

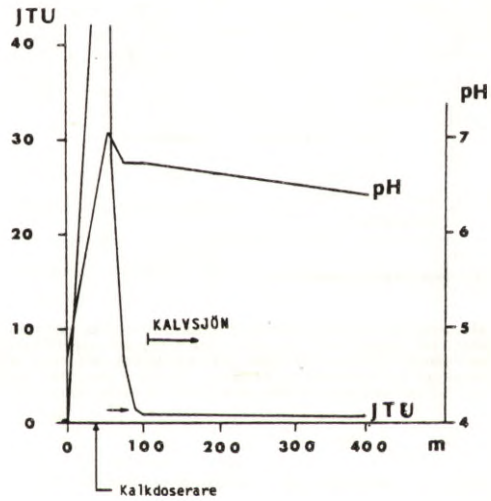


Som framgår av figuren är grumligheten från doseraren till Vättern mycket hög. Kalkansamlingar påträffades lite här och där på hela sträckan. Uppstarten av denna doserare orsakade en markant driftökning hos bottenfaunan. Vid återbesök dagen efter uppstart hade grumligheten sjunkit till normala värden (JTU<1) och bottenfaunan hade kvantitativt sett återhämtat sig. Artsammansättningen var dock annorlunda. Vid återbesök 840922 var större delen av den kalk som sedimenterades 840407 förbrukad.

Fig 2

GRUMLIGHET NEDSTRÖMS KALKDOSERARE I DRIFT.

Spikån, Tjärnebyggd.
N-län, Falkenbergs kommun. RN 6342--/1321--
840502



Som framgår av figuren avtar grumligheten mycket snabbt. Redan efter 50 m har partikelmängden sjunkit till värden som är acceptabla för flertalet djur. Det bör dock poängteras att doseraren vid besökstillfället gav relativt små mängder kalk. Kalkbankarna nedströms denna doserare är betydande.

Fig 3

pH-EFFEKTER AV KALKBANKAR

Högvadsån, Älvsered.
N-län, Falkenbergs kommun.
840501

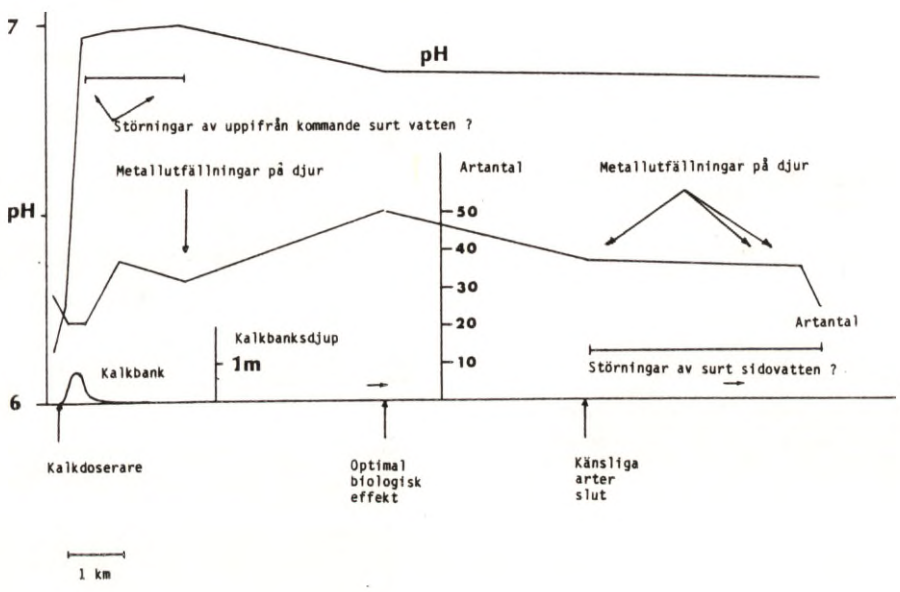
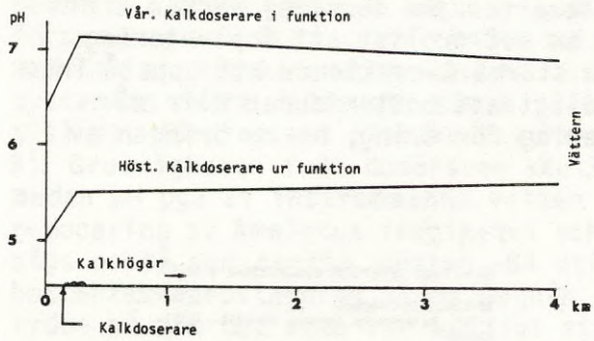


Fig 4

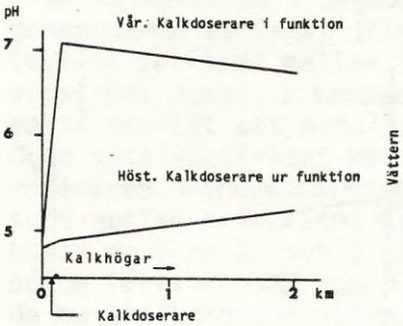
pH-EFFEKTER AV SMÄRRE KALKHÖGAR SAMT AVBROTT I KALKDOSERARES DRIFT

R-län, Habo kommun.
840407 samt 840922

Skämningsforsån



Nykyrkebäcken

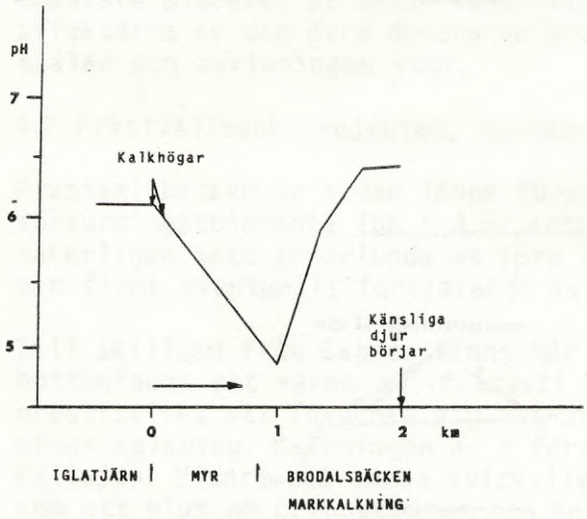


Kalkdoserarna vid Nykyrkebäcken och Skämningsforsån var 840922 ur funktion. Endast små mängder kalk stod att finna nedströms respektive doserare. Som framgår av figuren ger även smärre kalkhögar ett visst skydd mot surt vatten när kalkdoseraren ej fungerar. Djurlivet hade dock skadats svårt av den pH-chock som uppstod då kalkdoserarna slutade fungera.

Fig 6

EFFEKTER AV MARKKALKNING OCH AV BRISTANDE KALKNING PÅ MYR

Iglatjärn och Brodalsbäcken
P-län, Partille kommun.
RN 6411--/1281--
840428

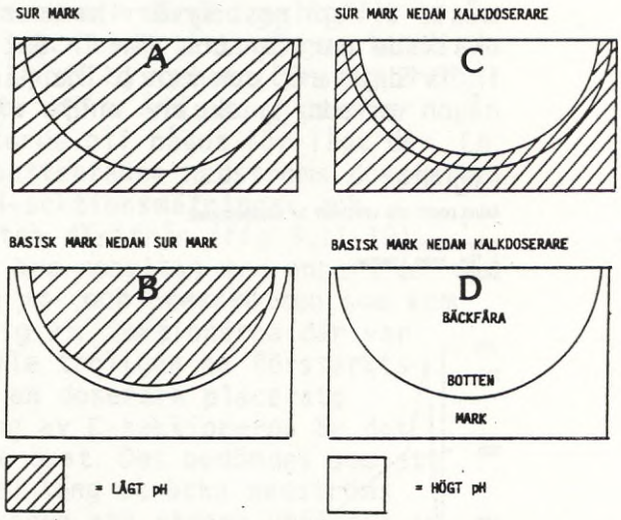


Som framgår av figuren har en för låg kalkgiva i myren efter Iglatjärn resulterat i ett ökat utflöde av vätejoner till Brodalsbäcken. När Brodalsbäcken når de partier som berörts av markkalkning stiger pH åter. Först efter de markkalkade partierna påträffades känsligare arter än vad som fanns högre upp i systemet.

Fig 5

TVÄRSEKTIONER VISANDE OLIKA pH-SITUATIONER I ETT VATTENDRAG

Sektionerna är allmäna och avser inte något speciellt vattendrag. Sektionstypen bestämms genom att vatten tas från centrumfåran på sedvanligt vis, samt att vatten från botten och sidopartier sugs upp med pipett vars spets är instucken 5 - 100 cm i bottensubstratet. Beroende på skillnaden mellan högsta och lägsta pH-värde indelas varje sektionstyp i undertyperna svaga (< 0.3 pH), normala (0.3-0.7 pH) och starka (>0.7 ph). Kring de sektioner som någon gång under året är av typ A eller C, anser vi att man bör markkalka. Vidare om sektioner på fig 9-12.



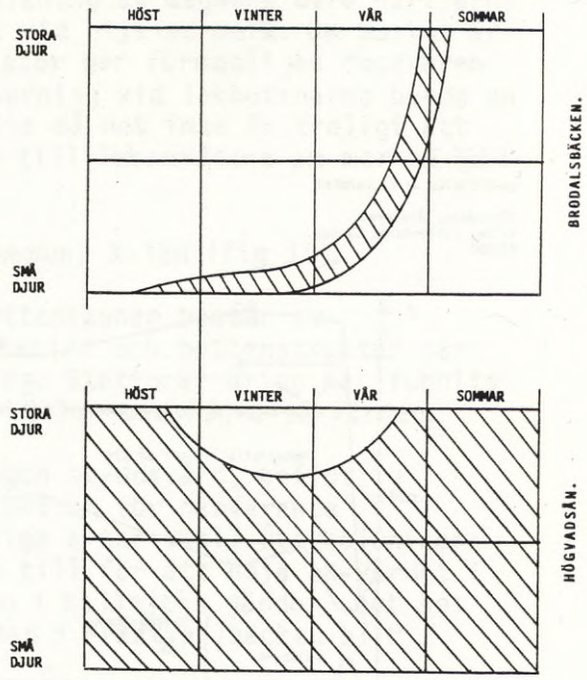
A. Sur mark och surt vatten. Sektionstypen är vanlig inom mossar och myrar. Vidare är den vanlig i samband med kraftig vårflod på otjälad mark samt efter långvariga sura höstregn.
B. Basisk mark nedan sur mark. Svaga B-sektioner är den naturliga sektionstypen. De markkalkningar vi studerat har resulterat i B-sektioner.
C. Sur mark nedan kalkdoserare. Detta har visat sig vara den vanligaste situationen nedströms kalkdoserare och nedströms kalkade partier. Eftersom fiskrom, smådjur mm finns i det sura partiet vid botten ger kalkningen inte avsedd effekt.

Starka B- och C-sektioner torde medföra betydande metallaktiviteter.

D. Basisk mark nedan kalkdoserare. Sektionstypen är vanlig vid lågvattenföring, framförallt under vintrar med djup tjäle. I samband med art och individrik bottenfauna nedströms kalkdoserare har D.-sektion konstaterats.

Fig 7

FISKFÖDOSITUATIONER EFTER LYCKAD OCH EFTER MISSLYCKAD KALKNING

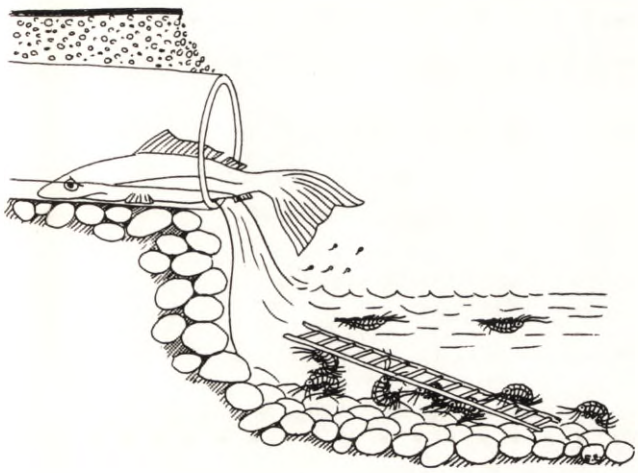


HÖGVADSÅN. Vid Lia i Högvadsån kompletterar de olika arternas livscykler varandra varför det finns tillgång till välvuxen föda året runt för fisk. Lokalen är vegetationsrik och ger inte intryck av att vara försurningsskadad.

BRODALSBÄCKEN. Nedströms ett markkalkat parti i Brodalsbäcken fanns en art som är känslig för låga pH-värden. Tyvärr sammanfaller dennas och övriga påträffade arters livscykler på ett sådant sätt att fisk i stort bara har tillgång till välvuxen föda under en liten del av året. Vegeteationen och bottenförhållanden på denna lokal har troligen sett annorlunda ut före försurning. Vid sidan av kalkning måste någon form av botten och vegetationsrestaurering ske för att situationen skall bli lika gynnsam som vid Lia i Högvadsån.

Fig 8

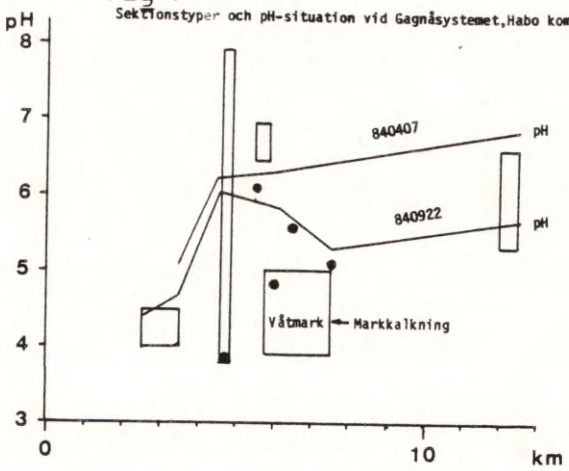
SYNPUNKTER PÅ VANDRINGSHINDER

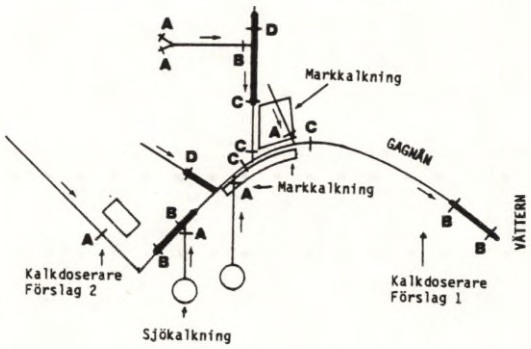


Vi tror att vägtrummor är ett av de farligaste komplementen som finns till försurning. Såväl fisk som smådjur drivs nedströms och rasar nedför vägtrummor när pH blir lågt. När pH stiger kan de ej ta sig upp igen. Inom områden där vi intensivstuderar bottenfauna har vi kunnat konstatera att Gammarus (sötvattensmärlor) i stort antal kan samlas nedan en vägtrumma vid gynnsamma pH-förhållanden. Trots att pH ovan vägtrumman varit lika gynnsamt har arten ej påträffats där vilket torde bevisa att vägtrumman är ett hinder. En vägtrumma i kombination med en surstöt (även i kalkade vatten) kan troligen samverka till att ett vattendrag under många år har en biologi som långt underskrider vattendragets potential i övrigt. Vi anser att forskning kring hur befintliga vägtrummor kan göras vandringsvänliga samt hur nya bör utformas skall ha hög prioritet inom försurningsforskningen. Antalet vägtrummor i Sverige torde vara betydande och därmed också den totala skada de orsakar.

Fig 9

Sektionstyper och pH-situation vid Gagnåsystemet, Habo kommun.





□ = pH-intervall och läge för yt- och pressvattenprover.

● = pH och läge för inströmmande biflöde.

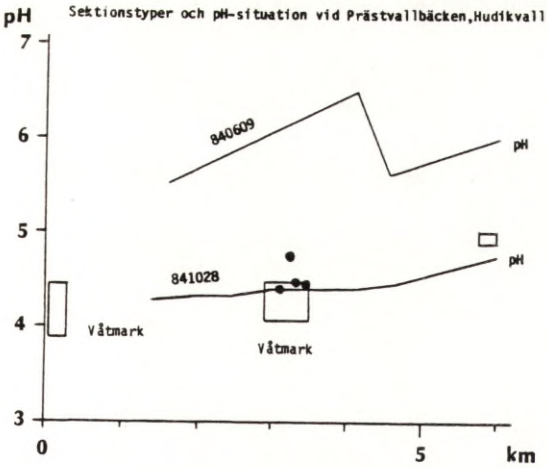
┼ = Provtagningspunkt i vattendraget.

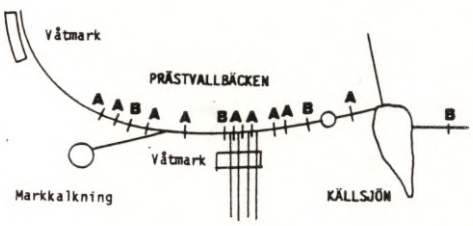
▬ = Förekomst av Gammarus (sötvattensmärla). pH-toleransgräns 5.5-6.0.

○ = Sjö eller tjärn.

Fig 10

Sektionstyper och pH-situation vid Prästvallbäcken, Hudikvalls kommun.





□ = pH-intervall och läge för ytvattenprover.

● = pH och läge för inströmmande biflöde.

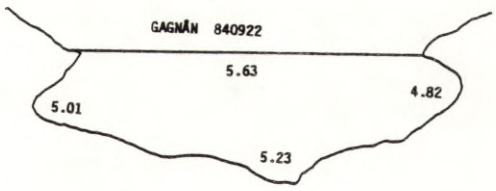
┼ = Provtagningspunkt i vattendraget.

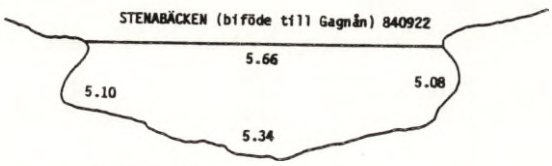
○ = Sjö eller tjärn.

Gammarus (sötvattensmärla) finns i närområdet men saknas i denna bäck.

Fig 11

Exempel på C-sektioner i vattendrag.

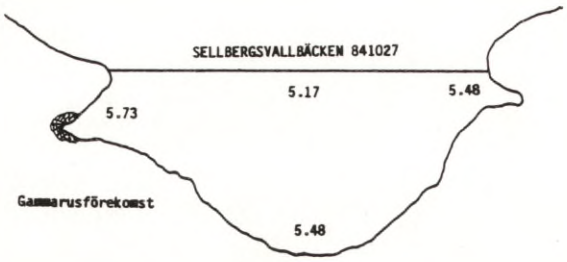


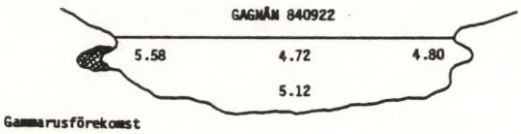


Trots att pH i centrumfåran är tillräckligt högt saknas Gammarus (sötvattensmärlor). Detta troligen pga av att surt vatten strömmar in från omgivande sur mark. Observera att den metod vi använder oss av för att sammla in vatten från botten och strandkanter gör att det mätta pH-värdet där blir för högt. Vi kan inte undvika att få med mer basiskt vatten från den igentliga bäckfåran. Vi tror att sektioner av typ C kan uppstå om en kalkdoserare placeras uppströms partier med sur mark. Vi tror att det är farligt att placera en kalkdoserare uppströms C-sektioner om marken kring dessa inte markkalkas.

Fig 12

Exempel på B-sektioner i vattendrag.





Trots att pH i vattendragens centrumfåra är för lågt för Gammarus (sötvattenmärlor) finns de under en av strandkanterna. Detta troligen pga att vatten med högre pH strömmar in från "kalkrik" mark. Det är denna situation vi hoppas skall uppstå i botten och strandkanter efter en markkalkning. Observera att den metod vi använder oss av för att samla in vatten från botten och strandkanter gör att det mätta pH-värdet där blir för lågt. Vi kan inte undvika att få med surare vatten från den egentliga bäckfåran.

Vi vet fortfarande väldigt lite om kalkdoserares biologiska effekter. Huvudorsaken till detta är att effekterna varierar från vattendrag till vattendrag enär varje vattendrag är en "unik individ".

Diskussion

Björn Theorin frågade om kräftor hade studerats inom projektet. Svaret blev nej!

Birger Ahlmér frågade hur högt upp i vattenmassan ett surt grundvatten kan tränga upp i ett kalkat vatten från bottnarna.

Pär-Erik Lingdell svarade att så kan ske upp till några decimeter men det är mycket beroende på vattnets omsättningshastighet. Det är inte troligt att en utspridning av kalkkross på bottnarna hjälper för att höja pH i bottenvattnet eftersom kalkkrossen snabbt blir överdraget av påväxt odyl och inaktiverat.

Per Olsén meddelade att doseringsanläggningar har fungerat bra för att höja pH och förbättra reproduktionsförhållandena i havsöringsåar på västkusten.

Pär-Erik Lingdell ansåg att det är lämpligt att kombinera doseringsanläggningar med andra åtgärder som markkalkningar för att förhindra att surt mark- och grundvatten tränger in i bäckarna.

2.6 RIKSINVENTERINGEN VINTERN 1984/85

Kjell Johansson
Statens naturvårdsverk
Box 1302
171 25 SOLNA

Val av sjöar till riksinventeringen vintern 1984/85

I "Manual för kalkningsregister och basprogram" finns beskrivet hur riksinventeringen av sjöar vintern 1984/85 skall utföras. Där står också att instruktioner för urval av sjöar skall utges senare. Dessa sändes till länsstyrelserna 1984-08-13.

Jämfört med tidigare inventeringar vill vi nu höja ambitionen vid urvalet av sjöar för att få ett material som säkrare kan bearbetas med statistiska metoder. Det är viktigt att vi nu får ett bra urval även om det innebär att vi får lägga ner ett extra arbete. De utvalda sjöarna skall även ingå i kommande riksinventeringar.

1. SYFTET med inventeringen är:

1. Att bedöma surhetstillståndet i landets sjöar samt att jämföra situationen länen sinsemellan,

2. att få en bild av försurningens regionala utbredning i Sverige,

3. att få data från ett stort antal objekt som underlag för kalkningsplaneringen,

4. att med fem års intervall bedöma eventuella förändringar i försurningstillståndet i landets sjöar.

Syftet med riksinventeringen är viktigt både för länsstyrelsen och naturvårdsverket för att planeringen av kalkningsverksamheten skall ske på bästa sätt.

2. VAL AV SJÖAR

Sjöarna väljs enligt tre principer:

A. Urval genom slumpning. Dessa sjöar skall användas för att uppnå syfte 1.

B. Komplettering av A för att få en bättre regional täckning. Länsstyrelserna bedömer själva vilka kompletteringar som behövs.

C. Subjektivt urval av intressanta, icke kalkade eller kalkpåverkade, sjöar. Det kan vara sjöar där det finns stort fiskeintresse eller värdefulla på annat sätt, tidigare välundersökta sjöar som inte ingår i andra mätprogram, sjöar som ingått i tidigare regionala undersökningar såsom riksinventeringarna 1972 och 1975, svensk-norska undersökningen 1981.

Vid kommande riksinventeringar skall samma sjöar provtagas som vid riksinventeringen vintern 84/85.

När det gäller slumpurvalet har vi diskuterat detta med SCB och kommit fram till ett minimiantal sjöar som måste slumpas ut och provtagas för att materialet skall kunna bearbetas statistiskt. Följande principer gäller:

- Ett slumpmässigt urval av sjöar skall ske i de olika storleksklasserna 1-10 ha, 10-100 ha och 100-1000 ha, i klassen större än 1000 ha skall alla sjöar provtagas.

- Antalet sjöar i varje klass skall vara minst 40 st/län.

Med hjälp av SMHIs sjöregister har vi genomfört slumpurvalet för alla län. Det finns två typer av slumplistor. Den ena är de sjöar som måste provtagas för att riksinventeringen skall vara meningsfull (obligatoriska sjöar). Den andra är en slumplista på ytterligare ett hundratal sjöar som det står varje län fritt att använda (icke obligatoriska sjöar). På de senare listorna skall sjöarna ovillkorligen plockas uppifrån och ned på listan annars mister slumpningen sin funktion. Det går bra att plocka sjöar från valfri storleksklass. Från naturvårdsverkets sida vill vi att de större sjöarna provtages i första hand.

Alla sjöar ingår i slumpningen, även kalkade sjöar och sjöar nedströms kalkningar finns med. Dessa sjöar skall inte strykas från listan utan markeras med ett kryss i rätt ruta.

För att inte provtagningen skall bli för kostsam får en sjö på slumplistan bytas ut mot en annan likvärdig sjö inom samma område som dock ligger bättre till. Om byte görs skall detta också markeras i listan.

En del länsstyrelser har redan valt ut sjöar för riksinventeringen, om så är fallet kontakta oss så får vi diskutera om urvalet kan anses vara gjort slumpmässigt. Är sjöarna inte valda slumpmässigt så måste en viss andel slumpmässiga sjöar ingå för utvärderingens skull. Observera att provtages alla sjöar i en storleksklass så fyller slumpningen ingen funktion.

Totala antalet sjöar som skall provtagas i varje län angavs i riktlinjer för kalkningsplan för bå 84/85, 1984-01-18, och är följande:

län	F, P, S, W, X, Y, Z, AC, BD	400-500 sjöar,
"	AB, D, E, G, H, N, T, U	225-400 " ,
"	C, K, L, O, R	50-225 " ,
"	I, M	ca 20 " ,

RAPPORTERING

För varje sjö som ingår i riksinventeringen skall lämnas

- allmänna uppgifter enligt Bilaga
- analysresultat enligt anvisningar i manual för kalkningsregister och basprogram

Dessa uppgifter skall vara kalkgruppen, naturvårdsverket tillhanda senast 30 april 1985.

Diskussion:

Peter Blomqvist ifrågasatte metoden vid det statistiska urvalet. Län med få sjöar, t ex Uppsala län, kunde få med 50 % av länets sjöar medan andra län kanske bara får med 2 %. Vore det inte bättre att slumpa utgående från respektive läns antal sjöar?

- (KJ) Det statistiska urvalet har skett i samarbete med expertis från SCB och det viktiga är att få ett visst minimiantal sjöar från varje län - inte att provta en viss andel.

Erland Stake tyckte att instruktionerna var diffusa när det gällde de tilläggssjöar som länen fick ha utöver de obligatoriskt slumpade.

- (KJ & ET) Länsstyrelserna får välja sjöar utöver de obligatoriska på två sätt; antingen från den extra slumplistan eller helt subjektivt. Väljs det första alternativet så måste man ta sjöar i den ordning de står - men man får ta i vilken storleksklass som helst.

Man tyckte att man borde analysera mer parametrar när man ändå samlade in vattenprov.

- (KJ) Det är fritt fram för LS att analysera mer, men SNV vill inte "kräva" mer.

Förslag inkom från Sture Larsson om att interkalibreringen borde utföras i förväg så att man inte satt och körde felaktiga analyser på sina vattenprov.

- (KJ) OK, vi har kalibrering före och under tiden.

2.7 SJÖ- OCH VATTENDRAGSREGISTREN

Torbjörn Lindkvist
SMHI, Hydrologiska sektionen
601 76 Norrköping

SAMMANFATTNING

Sjöregistret (SSR) blev klart 1983 och innehöll identifikationsuppgifter för 52.839 sjöar. Det finns tillgängligt i form av en bok, specialsorterade datalistor och databand. Användningen av registret har framför allt genom kalkningsverksamheten fått en stor omfattning. En kompletterings- och ändringslista kommer att tas fram en gång om året och 1984 års lista är nu klar, Den innehåller 383 sjöar, varav 102 är kompletteringar och 184 är namnändringar.

Vattendragsregistret (SVR) påbörjades för drygt ett år sedan och föreligger nu i form av databand. Det innehåller identifikationsuppgifter på samma sätt som sjöregistret plus en kod för vattendragets plats i det hierarkiska vattensystemet. System för specialsorteringar utarbetas nu samtidigt som arbetet med en bok pågår. SVR innehåller i denna första version 3.500 vattendrag men är liksom SSR öppet för kompletteringar.

SJÖREGISTRET (SSR)

SSR Spridning

SSR är tillgängligt i form av en bok, specialsorterade datalistor och ett databand.

Hittills är ca 120 böcker, 25 specialsorteringar och 4 band distribuerade.

Banden finns hos Naturvårdsverket, Fiskeristyrelsen, IVL och Lantmäteriverket.

Andra intresserade är kommuner, bibliotek, skolor, konsultfirmor och andra centrala verk.

Är sjöregistret etablerat? Med tanke på svårigheten att införa nya system är vår åsikt att sjöregistret efter ett år är förhållandevis väl etablerat. Efter hand som datatekniken införes och de nuvarande användarna drar med sej nya användare kan man påstå att sjöregistret kommer att vara en viktig grundsten för lagring och åtkomst av data om Sveriges sjöar.

Erfarenheter och förändringar

Kartblad

Den alfanumeriska (14HSV) är använd. Några använder den helt numeriska vilket i och för sig om man vänjer sig är lättare att sortera efter, speciellt är det ibland svårigheter med ordningen på SV SO NV NO.

Editionsnumret är alltid med eftersom förändringar p g a nyare kartversioner bör kunna förklaras.

Namn

Topografiska kartans namn användes. Kompletteringar med ekonomiska kartans namn har tagits med när sådana anmälts. Inga andra namn har medtagits.

Ibland har olika delar av sjön olika namn. Namnet med störst stil på kartan är angivet. Det hade varit bra med en lista på alla namn.

Ibland är det problem med prefix till exempel Södra (S), Norra (B), Östra (Ö), Västra (V), Stora (St), Lilla (L), Övre (Öv), Nedre (Ned), Mellan (Mell). Vi har valt att skriva exakt vad som står på kartan och när man sedan sorterar i bokstavsordning får små skillnader stor betydelse för i vilken ordning namnen kommer. Exempelvis finns Stora i många olika former.

Det finns	1.407 st med	St
	5	St.
	6	Stor ..
	822	Stor-
	76	Stora ..
	808	Stor....
	12	Store
	5	Store-
	25	Store....

Ett annat fall är när delarna heter t.ex. Södra Bellen och Norra Bellen. Namnet Bellen finns då inte vilket är en brist.

Som vi förutsett kan uppdelning respektive inte uppdelning av en sjö medföra problem att hitta rätt. Principen är att om delarna hydrologiskt uppträder som separata sjöar skall de i SSR betraktas som två sjöar.

Ett särskilt namnregister i alfabetisk ordning med alla på kartan förekommande namn är önskvärt.

För namnfrågor i övrigt är vår inställning att LMV har ansvar för detta och man bör vända sig dit med önskemål och synpunkter.

Sjönummer

Som sjönummer används koordinaten för sjöns utloppspunkt. Att utloppspunkten valts hänför sig till principerna för HYPOS som är det hydrologiska lägesangivningssystem som SMHI använder. Enligt detta väljs alltid koordinaten för objekts nedströmspunkt som kod för objektet. Det gäller sjöar, vattendrag, fallsträckor osv.

Utloppskoordinaten är angiven i Rikets nät med totalt 6+6 siffror och anger positionen i 10-tals meter norr om ekvatorn och öster om en linje ungefär genom Greenwich. Om fler utlopp finns markerade eller utlopp saknas har utlopp som bedömts ha störst vattenföring respektive punkt på strandlinjen åt det håll vilken sjön bedömts dränera valts.

Avrinningsområde

Den gamla numreringen med 1 för Torneälven osv har använts.

I datamaskinen har dessa gjorts om till sexsiffriga tal så att kustlandområdena har sorterats i rätt ordning. Tyvärr har dessa tal distribuerats i specialutdragen och i vissa fall lett till missuppfattningar. Vid den planerade översynen av systemet skall vi rätta till detta.

Län

I länskolumnen är angivet utloppspunktens länstillhörighet. I de fall delar av sjön ligger i annat län är detta angivet i anmärkningskolumnen. Vid vissa länssorteringar har dessa ej kommit med vilket också kommer att rättas till.

Kommuntillhörighet

Kontakter med kommunförbundet har tagits om att tillföra en kolumn med kommunkoden. Det är ett relativt stort jobb och man är positiv men ekonomin är inte löst.

Arealklass

Fem storleksklasser har använts. I vissa fall har arean i km^2 angetts och avsikten var att införa detta succesivt för alla sjöar. Detta har visat sig olämpligt och vi avser därför att låta kolumnen för storleksklass endast innehålla arealkoden och att låta arealuppgifter i km^2 ingå i sjöarkivet i stället.

På så sätt kan t ex slumpvisa sjöurval göras enklare, samtidigt som den här typen av föränderliga och mätta uppgifter inte finns i kärnan dvs Sjöregistret.

UPPDATERING

Enligt planerna skall en årlig uppdatering göras. 1984 års uppdateringslista är nu klar. Den innehåller 383 poster med

8	utgående poster
102	nya sjöar
273	namnändringar
36	koordinatändringar
4	avrinningsområdesändringar
4	länsändringar
5	arealklassändringar
40	anmärkningsändringar

Namnändringarna är dels felläsningar på kartan dels kompletteringar från ekonomiska kartan. En stor del av koordinatfelen beror på en felaktig siffra på en karta.

Under året inkommande förändringar kommer att behandlas snarast möjligt och resultatet distribueras till anmälaren och kalkgruppen i form av kopior på stansunderlag.

VATTENDRAGSREGISTRET

Läge

Alla uppgifterna i första versionen är upplagda på band. Programering av system för uttag pågår. Specifiering av uppläggning i boken pågår.

Urval

Vattendragen som är förtecknade i "De Svenska Vattendragens Arealförhållanden" utgör grunden och till dessa har vi adderat Länsstyrelsernas förslag i den "remissomgång" som genomfördes 1983-84. Det finns i dag 3.300 vattendrag i förteckningen. Fortlöpande komplettering kommer att göras.

Definition av ett vattendrag

Vattendragen har en källa och en mynning. När vattendraget delar sig räknas den arm som har det största avrinningsområdet och därmed oftast den största vattenföringen som huvudfåra och på så sätt definieras ett vattendrags huvudlopp. Detta stämmer inte alltid överens med namnsättning och ibland vedertagen uppfattning. Vi har dock följt principen om huvudflöde i registret.

Namn

I arbetsversionen är två namnkolumner medtagna dels en för kartnamn dels en för namn ur den gamla arealstatistiken. På kartan har huvudflödet ofta olika namn för olika sträckor dessa finns då med. Avsikten är att i boken ha ett huvudnamn och en kolumn för övriga namn.

Storleksklass

Uppgifter på avrinningsområdets storlek kommer att räknas om till en storleksklass. Vissa små vattendrag har ännu inte någon arealuppgift. Arealer, längder osv. läggs in i vattendragsarkivet.

Hierarkisk löpnumrering

De gamla flodnumren med 1 för Torneälven osv. har använts. I arbetsversionen är vattendragen däremellan löpnumrerade medurs. För varje biflödesordning är biflödena löpnumrerade med början nedströms ifrån. När nya vattendrag införes ändras löpnumret för alla uppströms liggande vattendrag. Risken med löpnumrering i t ex boken är att den börjar användas som entydig kod för vattendraget. Vattendragsnumret är sju koordinater. Behovet av olika indelningar av Sverige i standardavrinningsområden kan inte lösas med vattendragsregistret utan bör lösas i ett annat sammanhang.

Län, karta och vattendragsnummer

Dessa poster är upplagda på samma sätt som för sjöregistret.

FORTSÄTTNING

Parallellt med dessa arbeten pågår andra projekt med nära samband. Uppläggning av HYPOS med översiktskartan som bas pågår i samarbete med LMV. Att göra HYPOS tillgängligt för externa körningar är ett angeläget projekt. Bestämning av vattendelare för avrinningsområden om ca 50 km^2 pågår på den topografiska kartan. Försöksprojekt med digitalisering av vattendelare för Skånens vattendrag pågår. Ett register över avrinningsområden med t ex standardindelningar är också en lämplig fortsättning.

Sammanhanget mellan olika projekt illustreras i följande skiss:

BASSYSTEM

Digitala kartdatabaser
- sjöarnas strandlinjer
- vattendragens sträckning
- vattendelare
- kustlinjer

System för sökning och presentation

REGISTER

- sjöar
- vattendrag
- avrinningsområden
- grundvattenakvifärer
- havsområden

UPPGIFTER

- Volymer
- Vattenföring
- Kalkning
- Osv.

Diskussion

Birger Ahlmér undrade varför SMHI inte ändrade namn på sjöar där fiskenämnden skrivit och påpekat att fel namn getts.

-(TL) Namnen har SMHI tagit från topografiska kartan och namnen sätts av Lantmäteriverket. Alla påpekanden vidarebefordras dit.

Hur skall man veta vart ett litet vattendrag hör enbart utgående från dess koordinater?

- (TL) Du får gå in i en lista eller vid dator. Det går inte att direkt utläsa ur koordinaterna till vilket vattensystem ett litet vattendrag hör.

Bo Bengtsson undrade om den gamla löpnumreringen efter huvudflodområde, skulle försvinna? (1-113)

- (TL) Ja, på sätt och vis kommer vi att byta system men det kommer att gå att referera till flodområdesnumret - men detta blir inte "normalvägen".

Varför är då inte numret på huvudflodområdet kopplat till registret?

- (TL) Det kommer att finnas med.

2.8 KALKNINGSREGISTRET

Eva Thörnelöf
Statens naturvårdsverk
Box 1302
171 25 SOLNA

Inledning

Kalkningsregistret är ett ADB-system där såväl administrativa data om kalkningsprojekt, basdata om sjöar samt mätvärden ingår. Dessa mätvärden kommer från de basundersökningsprogram som syftar till att översiktligt beskriva effekterna av kalkningsinsatserna och övervaka surhetstillståndet i icke kalkade sjöar.

Naturvårdsverket ansvarar för och driver kalkningsregistret som i dagsläget finns i en MIMERdatabas på QZ, Stockholms datorcentral. Inrapportering kan ske via blanketter direkt till naturvårdsverket eller via länsstyrelsernas MI-0lterminaler till DAFA, Datamaskincentralen för administrativ databehandling. Det finns från och med nu även möjlighet att sända in provtagningsuppgifter via magnetband.

Informationen i kalkningsregistret ligger till grund för den länsvisa fördelningen av medlen för åtgärder i sjöar och vattendrag vad avser försurningen. Kalkningsregistret är också en ovillkorlig förutsättning för att naturvårdsverket/Jordbruksdepartementet i nationella såväl som internationella sammanhang skall ha den samlade informationen om kalkningsverksamhetens regionala fördelning och omfattning.

Dagsläget

Vi är i stort mycket nöjda med inrapporteringsläget. Flera län ligger mycket väl framme - inte minst värdlänet Kopparberg. Samtidigt finns det län där en betydlig skärpning behöver komma till stånd då den totala bilden kommer att halta så länge inte alla län sköter sin rap-

portering. Detta innebär också att naturvårdsverket och fiskeristyrelsen kommer att få ett missvisande underlag för sin bedömning av fördelningen av kalkningsmedlen. I bilaga 1 redovisas inrapporteringsläget 1984-10-10.

Uttag ur kalkningsregistret våren 1985.

Inför fördelningen av medel till kalkning budgetåret 84/85 görs ett uttag ur kalkningsregistret. Troligen blir sista inrapporteringsdag 15 februari. Till 1 mars skall vi ha klart ett uttag som tillsänds alla länsstyrelser. Projektuppgifter är högprioriterade.

"Rinnande vatten" i kalkningsregistret.

Vi kan fortfarande inte ta hand om rinnande vatten projekt på ett tillfredställande sätt. Men nu när SMHI:s vattendragsregister i princip är färdigt skall vi arbeta aktivt för att rinnande vatten skall komma in i registret.

Inrapporteringsvägar

DAFA

Från starten fram till idag har, bortsett från utvecklingskostnader, lagringskostnader och rörliga kostnader uppgått till 21000 kr. Vi har totalt fått in ca 1000 rader via DAFA vilket gör en kostnad av ungefär 20 kr per rad!!

Om vi skall fortsätta att använda DAFA som inrapporteringsväg kommer det att kosta ca 25000 kr för resten av budgetåret. För att det skall vara ekonomiskt försvarbart måste DAFA användas i större utsträckning än nu. Kan vi

inte förutse en ökning av inrapporteringen via DAFA är det bara att erkänna misslyckandet och stoppa all instansning via DAFA och de dryga kostnader som det innebär.

Blanketter eller magnetband

Möjligheten att skicka in uppgifter "blankettvägen" till naturvårdsverket kommer att finnas kvar tills ett acceptabelt alternativ kan erbjudas alla län.

Inrapportering via magnetband har vi redan provat för Västernorrlands län. Eftersom erfarenheterna är goda erbjuder vi nu samtliga län den möjligheten.

Försöksverksamheten 1977 - 1982

Projektuppgifter och kalkningsuppgifter från försöksverksamheten skall nu läggas in i kalkningsregistret. Naturvårdsverket har under hösten erhållit underlagsmaterial från fiskeristyrelsen. Materialet omfattar drygt 400 projekt. Då de flesta av dessa ännu inte slutredovisats är kalkningsuppgifterna inte kompletta.

Avslutningsvis vill jag påminna om att kalkningsregistret fortfarande är ett testsystem och alltså inte den färdiga produkten. År 1985 skall systemet utvärderas och eventuellt omarbetas. Bland annat skall vi då utvärdera hur väl vi lyckats anpassa systemet till de regionala användarnas behov.

Innehållet i kalkningsregistret 841010.

Totalt innehöll kalkningsregistret följande:

Projektuppgifter	613 st	
Projektsjöar	1318 st	
Kalkningsuppgifter	237 st	
Sjöuppgifter	947 st	+ sjöar utan korrekt SMHI-nr.
Kringinfo. tillrinning	343 st	
påverkan	294 st	
Artuppgifter från	620 st sjöar	

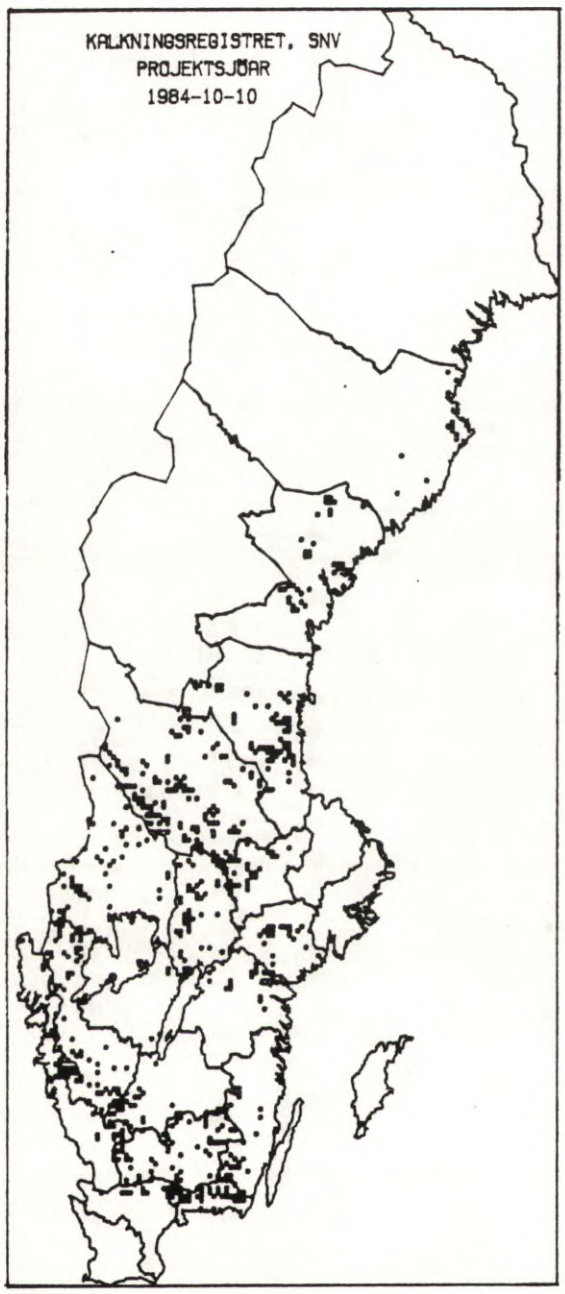
Provtagningsresultat från 1391 sjöar och sammanlagt 5029 provtagningstillfällen.

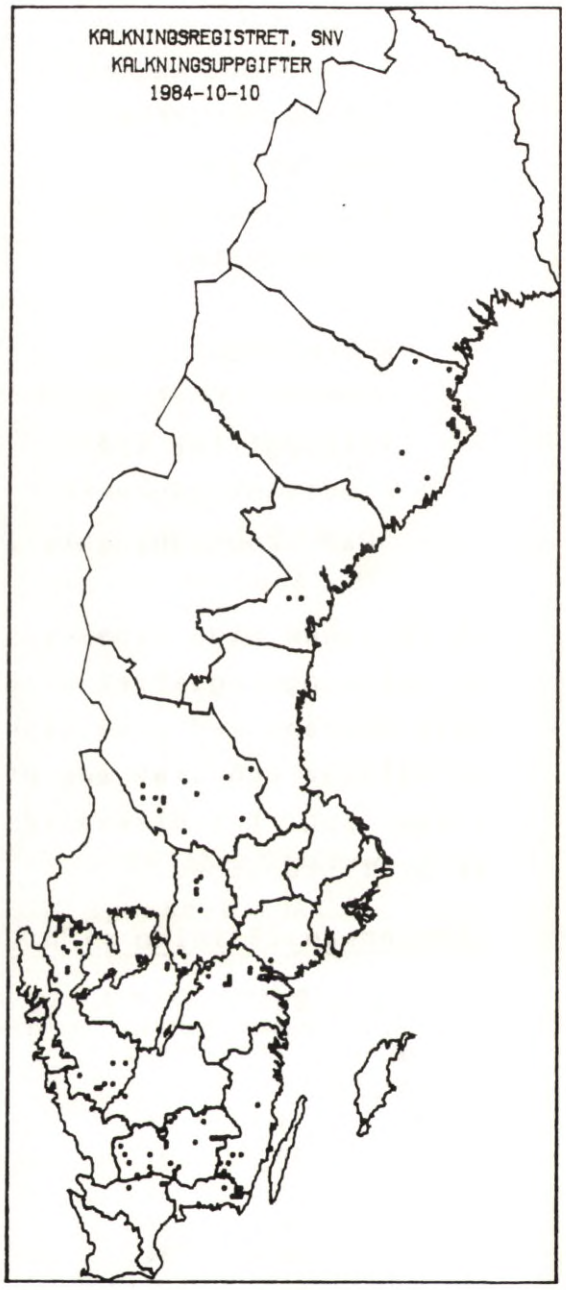
På följande sida visas en länsvis fördelning av uttaget ur kalkningsregistret 841010. Totalsummorna stämmer inte helt överens med ovan nämnda, detta beror på att de olika villkor och krav som ställs vid ett uttag innebär att vissa uppgifter diskvalificeras pga att de på något vis är ofullständiga.

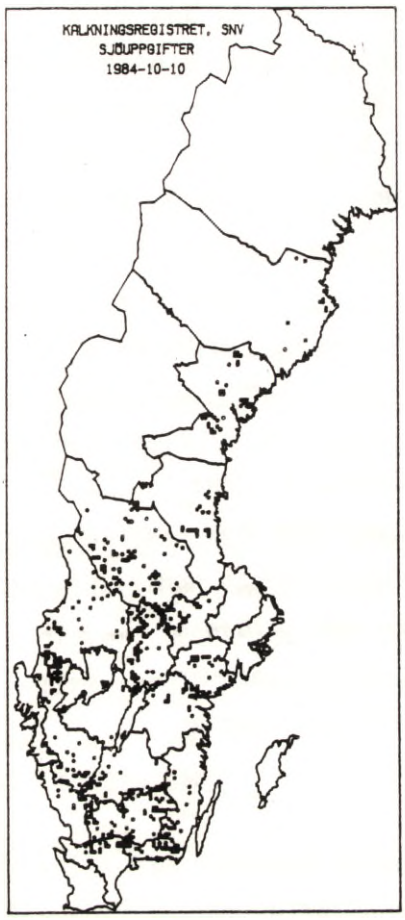
Länssammanställning från uttaget ur kalkningsregistret 84 10 10

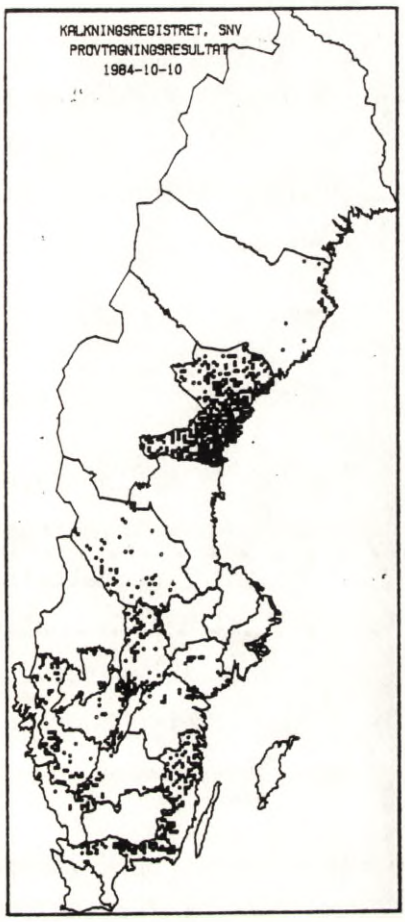
Län		Projekt-uppgift	Projekt-sjöar	Sjöupp-gifter	Kalkningsupp-gifter
1	AB				
(3	C)				
4	D	11 +	74 +	59 +	18 +
5	E	13	31	32 +	16
6	F	22	56 +	70 +	3 +
7	G	51 +	72 +	77 +	27 +
8	H	26 +	44 +	39 +	23 +
(9	I)				
10	K	32	167	88	4 +
11	L	10 +	16 +	34 +	7 +
(12	M)				
13	N	7	20	23 +	5
14	O	38	128	1	
15	P	49 +	104 +	90 +	53 +
16	R	5	7	9	6 +
17	S	48	63	51 +	
18	T	33	95	119 +	7
19	U	15	52	39	
20	W	128 +	216 +	121	18 +
21	X	75 +	84 +	25	
22	Y	25 +	58 +	56 +	2
23	Z				
24	AC	9	15	14	19+
(25	BD)				
TOTALT		598	1302	947	208

+ Betyder ökning sedan uttaget 840215


KALKNINGSREGISTRET, SNV
PROJEKTSJÖAR
1984-10-10


KALKNINGSREGISTRET, SNV
KALKNINGSUPPGIFTER
1984-10-10





Diskussion

Birger Ahlmér - Det finns stora hopp i kunskaper om sjöarnas artbestånd. Vi har uppgifter från 1920 och från idag. Är dessa uppgifter meningsfulla?

- (ET) Ja, vi noterar datum på uppgifterna så vi vet vart uppgifterna hör. Kanske är det så att Ni tycker att uppgifterna inte behövs - det får vi ta ställning till vid utvärderingen av kalkningsregistret.

- (WD) Artuppgifter lämnas ju vid kalkningsansökan så de finns ju - och dem måste vi nog lita på.

Erland Stake - Bland de uppgifter som FS har längtar jag mest av allt efter analysdata. När får vi dem?

- (BB) Det är svårt att få in dem - det vet ju Ni på LS. Vi skickar ut så fort vi hinner, men projekten är inte alltid slutredovisade.

2.9 BASSYSTEM FÖR ANVÄNDNING AV KALKREGISTER

Axel Wenblad Länsstyrelsen i Älvsborgs län
Leif Göthe Länsstyrelsen i Västernorrlands län
Sture Larsson Länsstyrelsen i Södermanlands län

SAMMANFATTNING

1. INLEDNING

För övervakning av de regionala försurningsförhållandena i sjöar och vattendrag och för uppföljning av kalkningsverksamheten har ett basprogram och ett kalkningsregister upprättats. Basprogrammet som startade under 1983 genererar fortlöpande analysdata som införs i kalkningsregistret via blanketter till naturvårdsverket eller via MI-01 terminal till DAFA. Dessa arbeten bedrivs i enlighet med en upprättad manual.

För utveckling av uttagsrutiner från kalkningsregistret har en arbetsgrupp varit verksam sedan november 1983. Den har efter viss utbildning vid Umeå datacentral utvecklat ett programbibliotek baserat på MIMER:s databashanteringssystem.

2. SYSTEMUTVECKLINGSMETOD

Vid utveckling av datasystem är det av fundamental vikt att de slutliga användarna av systemet ges en stor möjlighet att påverka den direkta utformningen av systemet. Ett problem i traditionell systemutveckling är att det i regel är svårt för användarna att tänka sig in i hur systemet kommer att fungera, speciellt om de tidigare har ingen eller liten erfarenhet av datorer.

När ett traditionellt system väl är utvecklat och installerat i drift är det vanligtvis kostsamt och tidskrävande att göra ändringar i systemet. Detta kan leda till att man tvingas leva med ett dåligt fungerande system som är illa anpassat till användarnas behov.

Ett sätt att få bättre datasystem kan vara att i stället för att försöka formulera alla tänkbara behov och tillämpningar i utförliga kravspecifikationer låta användarna få pröva ett experimentsystem (prototyp). Detta innebär att användarna själva gör en relativt enkel utveckling av det tilltänkta datasystemet med mindre effektivitetskrav. Genom att praktiskt arbeta med en prototyp, som skall vara enkel att modifiera, ges användarna möjlighet att på ett tidigt stadium upptäcka felaktigheter och svagheter i en tänkt systemlösning. Det slutliga driftsystemet har härigenom väsentligt större chanser att verkligen uppfylla användarnas krav på systemet.

Gruppen har valt att arbeta på detta sätt och har som systemutvecklingshjälpmedel utnyttjat ett s k "fjärde generationens språk", nämligen MIMER. När det gäller statistikbearbetningar har ett generellt statistikpaket, MINITAB, utnyttjats.

3. BASSYSTEMET

Ett färdigt datasystem som fullständigt tillfredsställer samtliga slutanvändares önskemål när det gäller bearbetningar av sjöregisterdata har vi funnit omöjligt att utveckla. Vad vi däremot ansett möjligt är att utveckla ett "bassystem" med "vanliga" uppgifter samlade i en registerkärna (KALKDB) och ett programbibliotek med "vanliga" bearbetningar. Både kärnan och programbiblioteket är tänkt att vara gemensamma för all användare och tillfredsställa de "vanligaste" bearbetningarna inom landet, inom flodområden och inom län.

Bearbetningar som inte finns med i bassystemet får användarna skapa själva. Genom att länens programbibliotek i bassystemet är utvecklat med hjälp av MIMERS frågespråk (MIMER/QL) och MINITAB är det förhållandevis enkelt och inte så tidskrävande för användaren

att modifiera procedurerna i bassystemets programbibliotek,
att utveckla nya procedurer,
att skapa egna tabeller eller komplettera bassystemets tabeller för ytterligare sjöuppgifter som inte finns med i "kärnan".

Utnyttjandet av MIMER/QL och MINITAB för utveckling av ett "bassystem" för länen innebär sålunda en möjlighet att vidareutveckla systemet till ett regionalt anpassat sjöregister.

Bearbetningar - frågor

Syftet är att möjliggöra en stor mångfald av urval och sorteringar ur kalkningsregistret med utgångspunkt från de frågeställningar användaren kan ha. Som nämnts inledningsvis gör det inte anspråk på att vara heltäckande, men genom de 52 olika uttag, var och en med möjlighet att sätta villkor, som finns med tillfredsställs förmodligen huvuddelen av användarens önskemål. Då det naturligtvis ändå kan uppstå behov av sökningar om inte finns medtagna finns tack vare systemets flexibilitet möjlighet att klara detta med spontana uttag.

Systemet är uppbyggt med en huvudmeny varifrån man kan komma in i olika sökmenyer (fig 1). Menyerna följer i stor utsträckning kalkningsregistrets blankettsystem d v s en sökmeny behandlar projektuppgifter medan en annan behandlar sjöuppgifter etc. Inom varje sökmeny kan man emellertid få fram uppgifter även från andra blanketter än den aktuella. Målsättningen har varit att ta fram de tabelluppgifter som är relevanta för frågeställningen oberoende av var i registret de finns lagrade. Användningen är enkel och användaren behöver bara svara på frågor för att gå vidare eller komma tillbaka till huvudmenyn. Resultaten presenteras i tabller och enkla diagram vid statistikbearbetning.

4. KRAVSPECIFIKATION

Den grundläggande idéen för använding av ett datorbaserat kalkningsregister är att varje länsstyrelse får tillgång till ett färdigutvecklat bassystem. Bassystemet består av en "kärna" och ett programbibliotek osm är lika för alla län. Eftersom naturvårdsverket har ett samordnande ansvar för miljödata i landet är det verkets uppgift att utveckla och underhålla bassystemet. Varje länsstyrelse skall genom tillägg till bassystemets "kärna" och programbibliotek kunna utveckla ett regionalt anpassat kalknings- och sjöregister. Denna lösning ställer vissa krav på de systemutvecklingshjälpmedel som skall finnas tillgängliga för användare på länsstyrelsen.

- Enkel databasstruktur typ relationsdatabas

- Ett enkelt och kraftfullt "superhögnivåspråk" typ MIMER/QL. Mycket flexibla sökmöjligheter och fullständig aritmetik är viktiga krav som måste tillgodoses. Språket skall ge möjlighet till snabbprogrammering eftersom den tid som användarna kan avsätta för programutveckling är begränsad. Egna data skall kunna tillfogas på ett snabbt och enkelt sätt.

- En enkel formulärhanterare skall finnas med direktkoppling till databasen.

- Statistik- och grafikpaket som är lätta att lära och använda och som tillgodoser de uppställda kraven. Kopplingen mellan databas och statistik/grafik skall vara enkel. Paketen bör direkt kunna göra bearbetningar på databastabeller.

- Bassystemet skall vara utvecklat med hjälp av programvara som kan utnyttjas, modifieras och vidareutvecklas av användarna.

- Tillgång till programvaror där kravet på programmeringskunskaper är större skall finnas för användare som har möjlighet att fördjupa sig och har behov av sådana bearbetningar som inte kan framställas med hjälp av enkla kommando- och frågespråk och/eller enkla generella statistik- och grafikpaket.

5. GENOMFÖRANDE

Kalkningsregistret skall inte ses som en isolerad enhet utan som en del i ett större datasystem för hantering av miljödata centralt och regionalt. Andra viktiga komponenter i ett sådant system inbegriper hantering av recipientkontrolldata och utsläppskontrolldata.

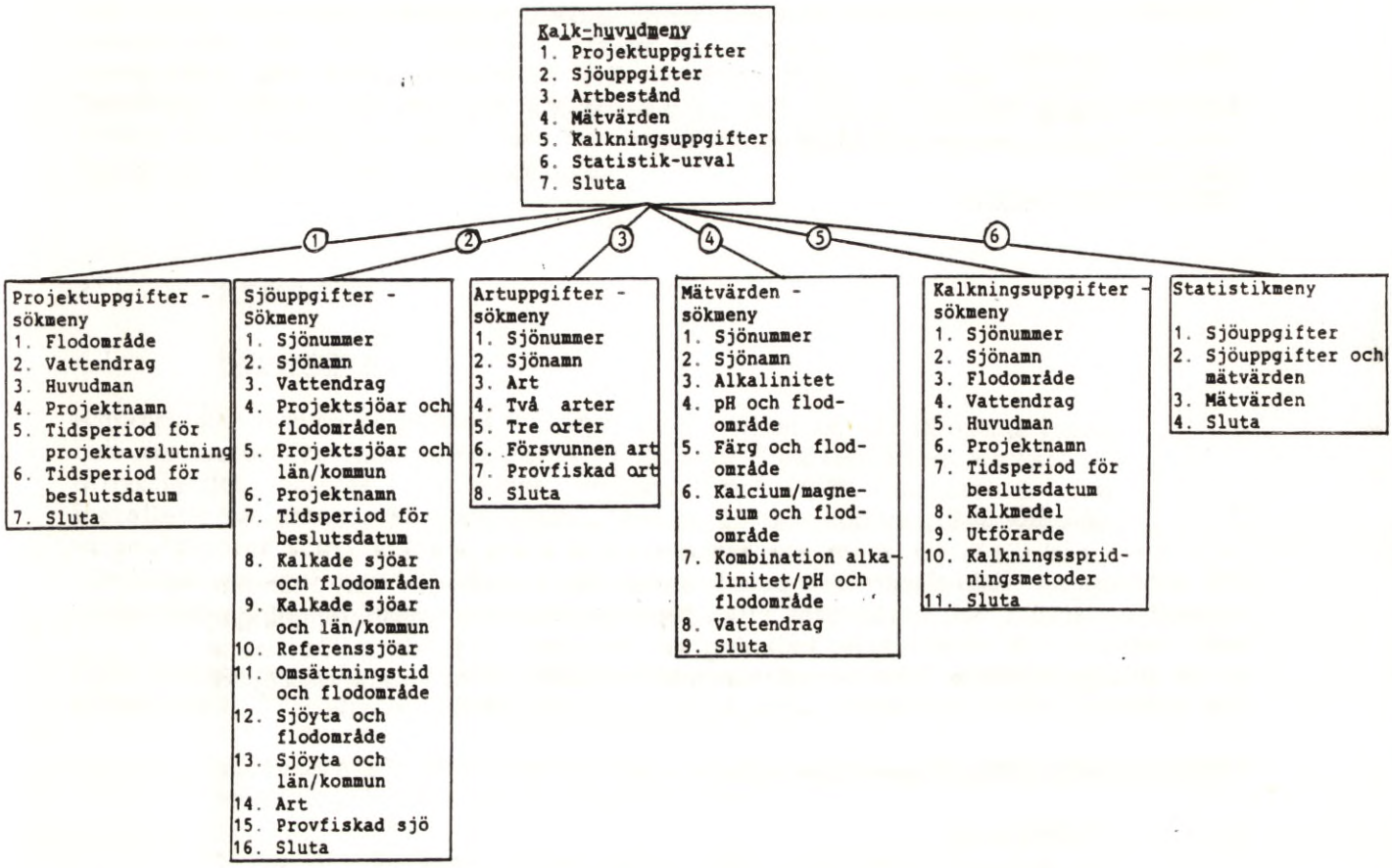
Dessa och andra synpunkter på ett framtida system för miljödata behandlas för närvarande i de på naturvårdsverkets initiativ startade KRUT och LINA-projekten. Förslaget till bassystem för kalkningsregistret skall ses som ett delsystem i ett större miljödatasystem. Genomförandet av ett sådant större system kommer med tanke på dess storlek och de kostnader det kommer att innebära att ta viss tid även om beslut fattas relativt snart.

Från länets synpunkt är man inte beredd att vänta så länge med att få möjlighet att bearbeta de data man matar in idag. Kalkningsverksamheten ökar också mycket kraftigt vilket snart kommer att göra det nödvändigt för de flesta län att ha direkt tillgång till registret i planerings-, bidragsgivnings- och uppföljningsverksamheten. Genom att ett bassystem för användning nu finns framtaget är det snarast en teknisk och i viss utsträckning ekonomisk fråga hur länen skall kunna få egen tillgång till registret.

Mot bakgrund av erfarenheterna under utvecklingsarbetet föreslår gruppen därför följande provisoriska lösning i avvaktan på att ett gemensamt system för miljödata tas i drift.

Databasen läggs upp i MIMER's fleranvändarsystem på QZ eller annan datacentral som kan tillhandahålla ett sådant system. Länsstyrelserna bestämmer själva om de vill gå in som kund hos datacentralen och får då tillgång till databasen (läsmöjlighet) och programbibliotoket. Kostnaderna för användning betalas därigenom av varje länsstyrelse. Detta måste givetvis beaktas när medel för regionala kalkningsplaner och effektkontroll fördelas till länen.

Förslaget skulle kunna genomföras under 1984/85 i den takt länsstyrelserna själva vill. Det ger också möjlighet att prova bassystemet och vidareutveckla det innan ett större system för miljödata genomförs.



Figur 1 Principschema över bassystem för kalkningsregister

Diskussion

Går det att få äganderättsutredningar på fiskevattenägare i MIMER?

- Ja visst gör det, men kommer det att användas? Man måste vara försiktig för det skapar en massa kringjobb. Kanske hellre lägga in fvo , fiskekortsförsäljning.

Torsten Ahl undrade om kostnadskalkyler har gjorts och vad händer när alla vill köra på en gång?

- De stora kostnaderna blir körningen på MIMER?
I år kostade det oss 30 000 kronor, men vi körde på ett omständigt sätt och här ingår också utvecklingskostnader. Kanske rör det sig om 10 000 kronor per län och år.

2.10 TEKNISK UTVÄRDERING AV KALKDOSERINGSANLÄGGNINGAR

Henrik Tideström

Scandiaconsult AB
Sektor Teknisk Energi- och Miljöutveckling
Box 4560
102 65 STOCKHOLM

1 INLEDNING

På uppdrag av Fiskeristyrelsen och Statens Naturvårdsverk har Scandiaconsult undersökt och utvärderat olika typer av kalkdoseringsanläggningar och -tekniker för kontinuerlig kalkning av försurade vattendrag. De flesta av de anläggningstyper som för närvarande används i olika kalkningsprojekt har bedömts utifrån kalkutnyttjande, kostnader och driftsäkerhet.

Nedanstående anläggningar studerades:

1 **Kalkbrunnar**

Tryssjöbrunn
Mover
Betongringskalkbrunnar
Kalkkista
Tobybrunn

2 **Torrdoserare**

a) **Direktdosering**
Hälleforskalkare
Borlängekalkare
Konventionell siloanläggning

b) **Dosering av uppslammad kalk**

Konventionell siloanläggning med vätningsdel
Gnosjökalkare

3 **Slurrydoserare**

Utvärderingen baseras på resultaten av fältundersökningar utförda av Scandiaconsult och andra undersökare beträffande anläggningarnas effektivitet (kalkutnyttjande, uppnått pH-värde, alkalinitet m m). Vidare baseras utvärderingen på erfarenheter hos användare, miljövårdsmyndigheter, högskolor och entreprenörer samt uppgifter från driftuppföljningar utförda inom ramen för olika kalkningsprojekt.

Vid Scandiaconsults fältundersökning av kalkutnyttjande togs prov på vatten före och efter kalkning. Proven analyserades med avseende på vattenfärg, pH-värde, alkalinitet och kalcium (både löst och totalt). Samtidigt mättes den aktuella kalkdoseringen och vattendragets vattenföring. Med ledning av dessa data beräknades hur stor del av den doserade kalken som utnyttjades i vattendraget.

2 RESULTAT

2.1 Kalkbrunnar

Kalkbrunnar har en begränsad flödesproportionalitet och är lämpliga i små och medelstora vattendrag med små variationer i vattenföring. Kalkstensutnyttjandet varierar i allmänhet mellan 70 och 90 %. Investerings- och installationskostnaden varierar starkt, mellan 15 och 400 kkr, beroende på yttre faktorer som dammbyggnad, schaktningsarbete m m. Effektiv kalkningskostnad beräknas till 600 - 2000 kr per ton upplöst kalk. Den högre kostnaden gäller för kalkning av små vattendrag.

Rätt dimensionerade och rätt skötta kalkbrunnar ger en tillfredsställande effekt under följande förutsättningar.

- Vattendragets pH-värde är högre än 5 under hela året. Genomsnittligt pH-värde bör vara högre än 5,5.
- Minst 20 - 30 % av vattendragets vatten leds genom brunnen vid högvattenföring (gäller för pH $\geq$5,5).
- Höjdskillnad mellan vattenintag och brunnens övre kant är 1,5 m eller mer.
- För att erhålla ett högt kalkutnyttjande måste kalkstenskross 0-3 mm eller grövre fraktioner användas.

2.2 Torrdoserare

Torrdoserare finns i vattenkrafts-, batteri- och nätdrivna modeller. Dessa doserar kalkstensmjöl antingen direkt eller via en vätningsdel till vattendraget. Doseringen regleras manuellt eller med hjälp av automatisk styrning. Torrdoserare finns i många olika storlekar, varav de största klarar vattenföringar på upp till 60 m3/s (vid dosen 10 g/m3). Anläggningarna ger möjlighet till god vattenföringsproportionalitet och har en kalkutnyttjningsgrad på 20 - 80 %, med ett medelvärde på omkring 40 - 60 %.

Investerings- och installationskostnaden kan variera mellan 20 och 350 kkr beroende på anläggningens storlek. Effektiv kalkningskostnad varierar mellan omkring 300 - 9000 kr per ton upplöst kalk beroende på kalkutnyttjande, anläggning och vattendragets kalkbehov. Den högre kostnaden gäller vid lågt kalkutnyttjande och kalkning av små vattendrag.

Fördelarna med torrdoserare gentemot kalkbrunnar är framförallt:

- Möjlighet till vattenföringsproportionell dosering
- God effekt i vattendraget även i starkt sura och humösa vatten.

Till begränsningarna hör:

- En lång och turbulent inblandningssträcka nedströms anläggningen är nödvändig för att få ett tillfredsställande kalkutnyttjande.
- Hälleforskalkare, Borlängekalkare och siloanläggningar utan vätningsdel kan inte användas då vattendraget är isbelagt. Den förstnämnda kräver, i sitt vattendrivna utförande, dessutom en viss fallhöjd i vattendraget.
- Siloanläggningar och Gnosjökalkare är beroende av elkraft (nätspänning).

2.3 Slurrydoserare

Slurrydoserare doserar 70 %-ig finkornig kritsuspension eller finkornigt våtmalt kalkstensmjöl uppblandat i vatten. Befintliga anläggningar är dimensionerade för medelstora och stora vattendrag med vattenföring upp till ca 120 m3/s (dos 5 g/m3). Doseringen regleras manuellt eller automatiskt/vattenföringsproportionellt.

Kalkutnyttjandet torde vara omkring 80-100 %. Investerings- och installationskostnaden är 150-300 kkr. Effektiv kalkningskostnad vid kalkning av stora och medelstora vattendrag i sydsverige beräknas till 400 - 750 kr per upplöst ton kalk. (Obs! Effektiv kalkningskostnad vid kalkning av små vattendrag är inte utredd, men torde bli betydligt högre.)

Till slurrydoserarnas fördel jämfört med övriga dosertekniker hör:

- Högt kalkutnyttjande
- Liten mängd sedimenterad kalk på vattendragets botten i förhållande till doserad mängd
- Högt kalkutnyttjande även i lugnflytande vatten samt vid kalkning av vattendrag med relativt högt pH-värde (6-7)

Till nackdelarna hör:

- Tillgång till nätspänning är, liksom för silos och Gnosjökalkare, nödvändig för drift, uppvärmning och flödesstyrning
- Högre pris per ton kalkningsmedel

2.4 Allmänt

Alla studerade typer av doseranläggningar är vid riktig dimensionering effektiva inom sina respektive belastningsområden. En jämförelse mellan olika doserares effekt i vattendraget beträffande pH- ökning och resulterande pH-värde efter kalkning, baserad på uppföljningsrapporter från olika kalkningsprojekt, visar följande: Vid kalkning av vatten med pH 5 eller däröver ökar pH-värdet normalt med 0-2 enheter till ett värde mellan 6,0 och 6,5. Vid kalkning med kalkbrunnar av starkt surt vatten (pH ca 4,5) och starkt humösa vatten (vattenfärg > 100 mg Pt/l), ökar däremot pH--värdet ofta inte till mer än 5-5,5, vilket ur biologisk synpunkt är oacceptabelt. Detta förhållande är särskilt vanligt vid kalkning på vintern (december-mars). Dåligt resultat beror i de flesta fall sannolikt på felaktig dimensionering eller för lågt inställd dosering.

3 ALLMÄNNA SYNPUNKTER

Dimensionering och skötsel av anläggningen samt vattendragets hydrologi och vattenkvalitet är av avgörande betydelse för kalkningens effektivitet. I många fall har man emellertid installerat anläggningar utan att först ha tagit fram tillräckligt dimensioneringsunderlag. Detta gäller främst äldre kalkningsprojekt och projekt där kalkbrunnar används. Framför allt saknas ofta uppgifter om medelvattenföring och medelhögvattenföring vilket borde vara ett minimikrav för dimensionering.

En doseranläggning bör placeras högt upp i det vattensystem som skall kalkas. Detta är särskilt viktigt för torrdoserare. Man bör eftersträva en så turbulent och lång inblandningssträcka som möjligt nedströms anläggningen. Å-sträckor som innehåller många partier med lugnflytande eller stillastående vatten bör undvikas. I medelstora vattendrag bör anläggningen om möjligt inte placeras på ett kortare avstånd än 0,5 - 1 km från närmaste sjö eller hölja, eftersom dessa fungerar som sedimenteringsbassänger för kalken.

Vilken typ av doserare som skall användas i enskilda kalkningsprojekt får avgöras från fall till fall. Det är framför allt vattendragets karaktär samt anläggningens investeringskostnad och doseringskapacitet i förhållande till vattendragets kalkbehov som bör styra valet av anläggning. Vid upphandling av doseranläggning bör ett detaljerat förfrågningsunderlag innehållande nedanstående uppgifter bifogas anbudsinfordran.

- Medelvattenföring
- Medelhögvattenföring
- Vattenkvalitet (humushalt, pH-värde och alkalinitet)
- Beräknad genomsnittlig kalkdos och årlig kalkförbrukning
- Krav på vattenkvalitet efter kalkning.

I följande tabell ges slutligen en sammanställning av undersökningsresultatet.

	KALKBRUNNAR	TORRDOSERARE HK	BK	KS	SLURRYDOSERADE
Vatten-föring m3/s		< 3	< 12	< 60	< 120
Elbehov	Nej	Nej	Batt.	Nät-spän-ning	Nätspänning
Hydrauliskt behov	Fallhöjd ≥1,5 m liten variation i vattenföring	Turbulent vatten			Fungerar även i lugnflytande vatten
Flödesproportionalitet	Begränsad	God, vid manuell eller automatisk reglering			God, vid manuell eller automatisk reglering
Kalkutnyttjande (baserat på Scandiaconsults och LTH:s undersökningar)	70 - 90 %	20 - 80 %			80 - 100 %
Investeringskostnad	15 - 400 kkr (Största post: Dammbygge, Schaktn.arb. m m)	20 - 350 kkr (Ber. på storlek och kapacitet)			150 - 300 kkr
Kostnad för kalk	125 - 250 kr/t (transportkostnad: 50 kr/t)	150 - 300 kr/t (transportkostnad: 50 kr/t)			ca 400 kr/t (transportkostnad: 70 kr/t)
Totalkostnad per ton utspridd kalk (inkl tillsyn)	500 - 2000 kr/t*	200 - 3000 kr/t*			400 - 600 kr/t**
Kostnad per ton upplöst kalk	600 - 2000 kr/t*	300 - 9000 kr/t*			400 - 750 kr/t**
Kalkvolym i doseraren	0,5 - 4 m3	0,5 - 80 m3			80 m3
Tillsynsbehov	1-2 gånger/vecka	ca 1 gång/vecka			ca 1 gång/vecka
Påfyllningsfrekvens	beroende på brunnens storlek och flöde genom brunnen	beroende på lagringsvolym och vattenföring			beroende på lagringsvolym och vattenföring

HK = HÄLLEFORSK. BK = BORLÄNGEK. KS = KALKSILO ELLER GNOSJÖK.

* Den högre siffran avser kalkning av mycket små vattendrag (<0,1 m3/s)

** Gäller vid kalkning av relativt stora vattendrag

Diskussion

Bo Bengtsson tackade Henrik Tideström och påpekade att det finns spridning i faktamaterialet och att entreprenörerna (leverantörerna) naturligtvis sällan blir helt nöjda men att rapporten var en god bit på väg mot en korrekt jämförelse mellan olika doseringsanläggningar.

Hans-Kristian Molander - Vad menas med jämn vattenföring, dvs var kan kalkbrunnar användas?

- (HT) Kalkbrunnar kräver ju ständigt flöde genom brunnen och helst bör 30 % av vattenföringen, även vid maxflöde, gå igenom brunnen. Detta sätter gränserna.

Erland Stake - Hur är tillsynskostnaderna beräknade?

- (HT) Anställd arbetskraft med tillsyn en gång i veckan (totalt ca 5 000 kr/år).

William Dickson framförde att Gnosjökalkaren inte skall användas vid årsdoseringar under 200 ton. Vid över 200 ton per år är kostnaden, med 80 % upplösning, 550 kr/ton.

Det bör också påpekas, att numer kostar slurryn inte 400 utan 600 kr/ton.

Hans Berggren berättade om en väl fungerande Gnosjökalkare som fanns i Kristianstads län (Ekehult, Immeln). Ytterst liten negativ påverkan syns på bottnar nedströms.

Inge Lundh - Varför är det så dålig upplösning vid våtuppslamning?

- (HT) Troligen på grund av lokalernas utseende med lugnvatten och sedimentation nedströms

Jan-Erling Larsson påpekade att en opartisk och helt korrekt undersökning är mycket svår att göra - men vi är öppna för kommentarer till undersökningens uppläggning och till synpunkter på hur fortsatta undersökningar skall utformas.

2.11 KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG.DOSBERÄKNINGAR OCH KALKNINGSMEDLENS METALLINNEHÅLL.KALKFÄLLNING I RENINGSVERK

William Dickson
Statens naturvårdsverk
Box 1302
171 25 SOLNA

Kalkningens syfte är att motverka de biologiskt negativa konsekvenserna av försurningen. Utslagna arter skall kunna återkolonisera och åter reproduceras i vattnen, störda eller förstörda ekosystem repareras. Kalkningen skall vara biologiskt effektiv.

Kalkningen skall vidare vara kemiskt effektiv. pH och alkalinitetshöjningen skall vara stor tillräckligt att vattnet avgiftas. Det totala utnyttjandet av kalkningsmedlet skall vara högt. Även lång varaktighet är önskvärd. Vattnen befinner sig annars i kronisk obalans beroende på ständiga omkalkningar.

Kalkningen skall också vara billig. Medel och spridningsförfarande är olika kostsamma. Upprepade kalkningar med små doser blir dyrare, å andra sidan torde utnyttjandet bli högre.

Kalkningen skall också vara ofarlig för den som utför arbetet och för naturen på längre sikt. Medlet skall vara rent och inte heller orsaka alltför höga pH-värden.

pH-höjande medel

De pH-höjande medel som står till buds är kalksten, dolomit, silikater (slaggkalk, olivin), lut, soda eller bränd kalk. Dessa producerar bikarbonat när de löses i vattnet, vilket är den basiska produkt, som ger vattnet dess syrabuffrande innehåll.

Kalksten (molekylvikt 100)
$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca^{2+} + 2HCO_3^-$

Dolomit (molekylvikt 184)
$CaMg(CO_3)_2 + 2H_2O + 2CO_2 = Ca^{2+} + Mg^{2+} + 4HCO_3^-$

silikat ex olivin (molekylvikt ~ 140)
$Mg_2SiO_4 + 4H_2O + 4CO_2 = 2Mg^{2+} + 4HCO_3^- + H_4SiO_4$

Lut (molekylvikt 40)
$NaOH + CO_2 = Na^+ + HCO_3^-$

Soda (molekylvikt 106)
$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 = 2Na^+ + 2HCO_3^-$

Bränd osläckt kalk (molekylvikt 56)
$CaO + H_2O + 2CO_2 = Ca^{2+} + 2HCO_3^-$

Bränd, släckt kalk (molekylvikt 74)
$Ca(OH)_2 + 2CO_2 = Ca^{2+} + 2HCO_3^-$

Medlen har olika molekylvikt och syrabuffrande innehåll. Den mest koncentrerade är bränd kalk, CaO, med ca 95% CaO-verkan. Övriga produkter innehåller motsvarande 50 à 60 % CaO.

Kostnad per ton upplöst bas

Kostnaden och utbytet av en kalkningsåtgärd skall relateras till den mängd av varan som verkligen kommit vattnet till godo i form av upplöst bas. Om bara en ringa del av grovkornig kalksten löser sig blir tonpriset för den upplösta varan högt även om själva kalkstenen är billig. På samma sätt blir kostnaden av extremt finmalen kalksten mycket hög beroende på att varan är dyr - även om allt löser sig.

I tabell 1 redovisas den upplösta tonkostnaden för olika typer av pH-höjande medel. Transport- och spridningskostnaden har satts till 100:- per ton och små variationer i denna post påverkar inte nämnvärt skillnaden mellan de olika medlen. Basutnyttjandet (%) baseras på förekommande fullskaleförsök. Den sista kolumnen visar den verkliga kostnaden per ton upplöst vara med hänsyn till basinnehållet. Billigast är kalkstensmjöl 0-0.5 mm, 0-0.2 mm och 0-1 mm, med kostnader på 270-300 kr per ton vara. Dyrast är soda. Detta medel har i praktiken bara använts på försök eller där restlager kunnat köpas till lägre pris. Av tabellen framgår även att kalkslurry aldrig kan konkurrera med övriga kalkstensfraktioner om inte tonpriset blir 300 kr lägre än nu.

Tabell 1 Kostnad per ton upplöst vara i förhållande till basinnehåll och utnyttjande

Medel	Pris per ton kr	Transp + spridning per ton kr	Basutnyttjande %	Kostnad per ton upplöst vara med hänsyn till basinnehåll kr
$CaCO_3$ 0-1 mm	80	100	60	300
" 0-0.5 "	100	100	75	270
" 0-0.2 "	120	100	80	275
" 0-0.07"	185	100	90	315
" 0-0.04 "	250	100	90	390
" slurry	600	100	90	780
CaO bränd kalk	650	100	90	470
Na_2CO_3 soda	700	100	100	850

Dosering

A. S j ö a r

Den kemiska varaktigheten av en kalkningsinsats beror på kalkdosen och sjöns omsättningstid. Vid dosberäkningen har man att ta hänsyn både till sjöns volym, till den vattenmängd som årligen rinner till sjön och till vattnets pH-värde före kalkning. Följande värden har rekommenderats:

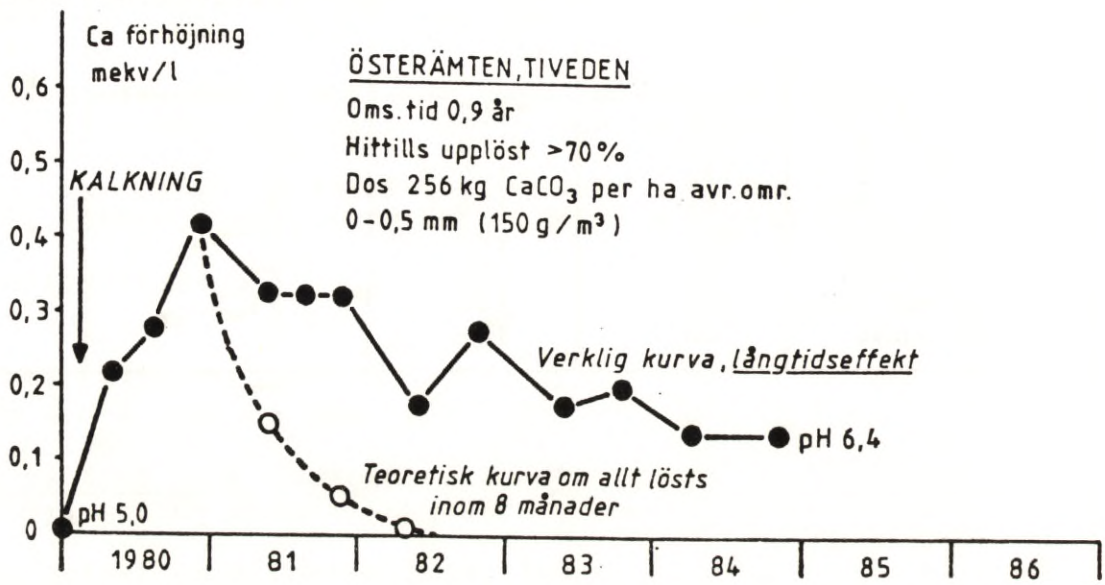
Tabell 2

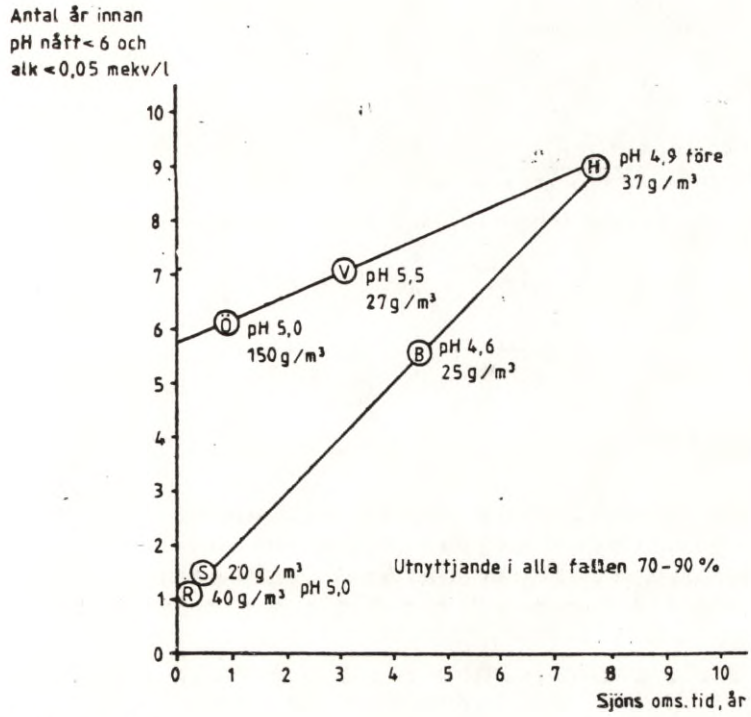
pH före kalkning	alkalinitet före kalkning mekv/l	kalkdos $CaCO_3$ g/m^3
4.0 - 4.2	0	30
4.3 - 4.5	0	25
4.6 - 5.0	0	20
5.1 - 5.5	< 0.05	15
5.6 - 6.0	< 0.05	10

Kalkutnyttjandet blir 50-70 procent innan ny kalkning behöver utföras. (Totala effekten mer än 70 %.)

I figur 1 har sammanställts några olika fullskaleförsök, alla med kalkutnyttjande mer än 70 %. Genom att tillsätta kalken i engångsgiva baserat dels på sjövolym och dels på ett eller flera års tillrinning är det möjligt att hålla hög alkalinitet under avsevärd tid. I sjöar med kort omsättningstid, exempelvis Österämten i Figur 2, med omsättningstid 0.9 år, är varaktigheten mer än 5 år innan omkalkning behöver utföras, beroende på att kalken placerats på strategiska ställen - ca 70 % i strandnära områden och bara en mindre del på djupt vatten. Kalken spreds på is. Trots den höga givan, motsvarande 150 g/m^3 sjövatten, steg inte alkaliniteten som mest till mer än 0.3 mekv/l. I andra försök, visserligen med betydligt mindre givor (20-40 g/m3) på Fulufjället, hinner alkaliniteten inte stiga till höga värden beroende på korta omsättningstider, 0.2 - 0.4 år. I gengäld behöver vattnen omkalkas inom 1-1.5 år.

Figur 2





Figur 1

Med de doser som finns angivna i tabell 2 kompletterat med tillsatser för en omsättningstid (dvs totalt dubbla dosen i tabellen) behöver:

- sjöar med omsättningstid 2 månader omkalkas varje år,
- sjöar med ett års omsättningstid omkalkas vart tredje eller fjärde år,
- sjöar med 4 års omsättningstid omkalkas inom 8-10 år,
- spridning kan rekommenderas av torr eller våt kalk och utföras på is eller över öppet vatten.

Långtidsverkan av kalksten, finns det?

Ibland har hävdats att grövre kalkpartiklar än 0.2 mm saknar betydelse i sjökalkningssammanhang då dessas yta snart inaktiveras av utfällningar. Seriösa undersökningar visar dock att så inte är fallet.

I tabellen 3 visas hur stor del av olika fraktioner som hunnit lösas efter 3 veckor i stillastående brunt sjövatten. Av fraktionen 0.2-0.6 mm har 40 % löst sig och av fraktionerna 0.6-2 mm hela 20 % inom 3 veckor. Av den finaste fraktionen 0-0.06 mm har 83 % hunnit lösas. Önskar man fördröjd upplösning av kalken är således grövre fraktioner inte ointressanta. De är dessutom betydligt billigare och lättare att hantera och lagra.

Tabell 3

Fraktion mm dos 20 mg/l	Upplöst efter 3 veckor i sjövatten med urspr. pH 4.6 färg >100	pH efter 3 veckor	upplöst efter 2 timmar vid titrering vid pH 5.4
0-0.06	83 %	7.2	60 %
0.06-0.2	56 %	7.1	-
0.2-0.6	40 %	6.7	30 %
0.6-2	20 %	5.7	-

B. Rinnande vatten

Kalkning av rinnande vatten kan utföras genom att uppströms sjöar eller omgivande marker kalkas eller genom doserare, som tillför kalk direkt i vattenfåran. Erfarenheterna av direktkalkning är följande:

- Doserarna måste fungera under stora klimatvariationer och stor driftsäkerhet är ett ovillkorligt krav,
- kalkningsmedlet behöver vara mer finmalet än vid sjökalkning för att snabbt kunna lösas och blir därmed dyrare (SNV PM 1873, 1889),
- doseringen blir även dyr räknat per ton utspridd kalk eftersom doserarna är kostsamma och fordrar relativt regelbunden tillsyn. Tabell 4.

Tabell 4

Kalkdoserare	Kalkförbrukning per år	Årlig kostnad per ton	Upplösningsutnyttjandegrad, procent	Årlig kostnad per ton upplöst kalk
Kalkbrunnar				
Mover/Toby	20-60	600	c:a 70	900
Torrdoserare				
Hällefors/Borlänge	90	300	" 50	600
Torrdoserare + uppslamning				
Miljöförbättring	400	440	" 80	550
Boliden	900	240	" 60	400
Boliden	2000	200	" 60	330
Slurry doserare				
MOVAB	200	800	" 90	850
MOVAB	2000	600	" 90	650

Tonkostnaden blir alltid högre vid små anläggningar, å andra sidan kostar den fasta installationen, exempelvis en Tobybrunn, ca 15 000 kr jämfört med en stor doserare, 300 000 kr. Slurrydoserare är betydligt mer oekonomiska än torrdoserare beroende på hög kalkkostnad.

Brunnar, utgör i vattenfåran ofta ett hinder för fisken, eftersom en stor del av vattnet måste passera brunnen för att den skall fungera.

Doserare som matar ut kalk direkt i vattenfåran kan visserligen i många fall medföra acceptabla pH-värden under högflöden, men pH-höjningen orsakar föränd rad lösligheet av flertalet metaller, vilka fälls ut i mer eller mindre lösliga komplex vilka antingen följer med vattenströmmen eller hamnar på bottnen och utför en permanent stress på strömfaunan. Sålunda mår inte fisken väl i nykalkat, f d surt vatten (SNV PM 1721).

Doserare är således knappast en biologiskt riktig metod, så länge som surt metallrikt vatten läcker från omgivningen. Mest känslig är fisken under kallvattenperioden, december-mars, då även utfällningsprocesserna är särskilt långsamma.

Metallföroreningar i medlen

Kalkningsmedlen innehåller varierande mängd av metaller. I tabell 5 har sammanställts värden från en mängd analyser för att illustrera typiska halter. Sammanfattningsvis kan sägas att dolomiten är renast följt av kalksten. En del mesa är också ren vad avser metallinnehåll - annan är mer förorenad. Slaggkalker från industrin är ofta förorenade. I tabellen är även inlagt vad ren jord och rent sjösediment respektive dagens västkustsediment (ej försurat således mest förorenat) innehåller. Det framgår att kalkens innehåll är jämförbart med ren jord eller rent sjösediment.
Bara rena produkter skall i sjökalkningssammanhang behöva användas.

Tabell 5

mg/kg	Hg	Cd	Pb	Cr	Ni
kalksten	< 0.05	0.2-1	< 50	< 20	< 20
dolomit	"	< 0.2	"	"	"
mesa	"	0.2-6	3-195	3-115	3-145
slaggkalk	"	0-100	0-140	10-3000	25-200
olivin				2000	2000
"rent" sjösed.	0.05	0.3	20	15	15
Västkustsed.	0.2	3-5	150-300	25	25
"ren" jord	0.06	0.1	15	15	15

Kalkfällning i reningsverk

Ett orenat avloppsvatten har i regel högre alkalinitet än recipienten. När vattnet renas minskar alkaliniteten normalt 0.5-1 mekv/l om järn- eller aluminiumsalt nyttjas som fällningskemikalie. När vattnets kväveinnehåll senare i recipienten tas om hand av växtligheten eller mineraliseras minskar alkaliniteten ytterligare 0.5-1 mekv/l.

Två utprovade metoder finns för att få en hög alkalinitet i utgående renat avloppsvatten.

- efterfällning med höga doser av kalk (CaO eller $Ca(OH)_2$)
- tillsats av kalk i utloppet från reningsverket, vilket kan ske oberoende av fällningskemikalie.

Kalk som fällningskemikalie är något dyrare än aluminium- eller järnsalter.

Andra tänkbara alternativ till alkalinitetshöjning visar att tillsats av kalk eller kalciumkarbonat till aktivslamstegets luftningsbassänger kan vara ett ekonomiskt fördelaktigt sätt att bevara eller höja ett avloppsvattens alkalinitet.

Erfarenheterna av kalkfällning visar att:

- acceptabel reningseffekt kan erhållas med relativt måttliga doser (150 g CaO/m^3),
- alkalinitetsförändringen blir då måttlig men samtidigt erhålls viss kväverekuktion,
- slammet blir bättre och mer attraktivt till att utnyttjas som gödselmedel.

Det statliga kalkningsbidraget har även kunnat nyttjas för merkostnaden vid ombyggnad av reningsverk till kalkfällning eller till komplettering med doserare i verken där recipienten är svagt buffrad (alk $\leq$ 0.05 mekv/l). Ett tiotal reningsverk har hittills beviljats bidrag.

På nedströmssidan av de reningsverk som nyttjar aluminiumsulfat som fällningsmedel har bottenfaunan, som redan på uppströmssidan reducerats av försurning, med få undantag ytterligare försämrats.

Vid de reningsverk som nyttjar kalk som fällningsmedel är det vanligt att för lågt pH känsliga arter, som ej står att finna på uppströmssidan, återfinns på nedströmssidan. Detta gäller också vid de mycket höga pH-värden (pH >10) som mätts i direkt anslutning till dessa reningsverks utloppsrör.

Det är därför lämpligt att reningsverk i buffertsvaga recipienter även fortsättningsvis med statsbidraget stimuleras till att nyttja kalk som fällningsalternativ. Tiden är ävenledes mogen för att mer aktivt arbeta för bättre kvävemineralisering inne i verken (nitrifikation). F n släpps huvuddelen av avloppsvattnets kväve ut i ammoniumform vilket i recipienten har en både försurande och syretärande effekt.

Diskussion

Erland Stake - När Du pratade om östämten talade Du dels om en hög dos (150/m^3) dels om en riktig strategi. Skall vi ändra strategi och så att säga kalka med en del av sjödosen upp på land, ex i myrkanter, som Du föreslog?
Samt tål biologin de höga doserna?

- WD) I östämten var alkaliniteten aldrig över 0.3 mekv/l. Det var en successiv upplösning därför fungerade det hela så väl. Tar man alltför finmald kalk så får vi en hög alkalinitet och en snabb avklingning av kalkningen. Det viktiga är kanske att inte kalka över mjukbotten.
Vad avser biologin har inga skador iakttagits i östämten. I andra Tivedensjöar, vid exempelvis Unden, gjorde för hög alkalinitet att humus fälldes ut, vilket troligen ej var bra. Vi får diskutera detta vidare i grupparbetet.

Thorsten Ahl - Ett ord dyker uppofta i debatten - kornstorlek. Mycket huvudbry och irritation har vållats i onödan. Det handlar om effektiv reaktionsyta, dvs ju mindre korn desto större yta. Upplösning och långtidseffekter som förhindrar utlösning från kornen måste ses i skenet av detta.

Hans Berggren - När det gäller små sjöar, där man måste upprepa kalkningarna ofta, vore det där inte bättre med doserare?

- (WD) Jo! Doserare har nu tillkommit på den omnämnda sjön i Fulufjället, men initialt skedde sjökalkning årligen.

Per Olsén - Jag har räknat på fall där man antingen kunnat välja doserare eller sjökalkning. I samtliga fall blev sjökalkning billigast, även om vägar måste byggas.

Maj Stube - Jag observerade det höga kiselinnehållet i olivin. Detta borde kunna ge upphov till kiselalgblomningar?

- (WD) Olivin har använts endast i ett fåtal fall och har låg upplösning. Risk för algblomningar är således liten och torde inte vara något problem.

Jan-Erling Larsson - William längtade efter att få motstånd i debatten men den kanske mest lämpade Harald Sverdrup kunde tyvärr ej närvara men hans poster finns att beskåda för intresserade.

2.12 MARKKALKNING FÖR YTVATTNET – FÖRSÖK TILL DOSBERÄKNINGAR

Gunnar Jacks

Inst. för kulturteknik, Tekniska högskolan
100 44 Stockholm

SAMMANFATTNING

Kalkning av utströmningsområden, d v s våtmarker eller försumpade områden längs vattendrag kan vara ett alternativ till sjökalkning. Dessa områden har oftast rikligt med organiskt material i form av t ex torv som har en god förmåga att fungera som jonbytare. Kalkning av ett sådant område får ingen påtaglig effekt förrän denna "jonbytare" fyllts på med kalciumjoner i påtaglig mängd. För att få någon effekt bör andelen kalciumjoner på utbytessätena vara minst 20 %. För att klara av surstötar vid högvatten är det naturligtvis bäst att ha fullständig kalciummättnad. Om man antar att torven har en jonbyteskapacitet på 100 mekv/100 g, en densitét på 0,2 och att uppkalkningen sker till 0,2 m djup får man en erforderlig giva av ca 20 ton $CaCO_3$/ha för att nå 100 % kalciummättnad av torvens jonbytesförmåga. En markkemisk utvärdering av utförda våtmarkskalkningar bör kunna ge en pålitligare dosberäkning.

Bakgrund

Vid Inst. för kulturteknik har under ca 2 år försök pågått för att genom markkalkning förbättra sura grundvatten. Erfarenheten visar att det krävs stora mängder kalk för att påverka grundvattnet i de flesta marker och att det tar minst en säsong innan effekten passerat markzonen även i ganska genomsläppliga jordar. För att påverka ytvattnet inom rimlig tid och med rimlig kalkinsats är kalkning av utströmningsområden en möjlighet.

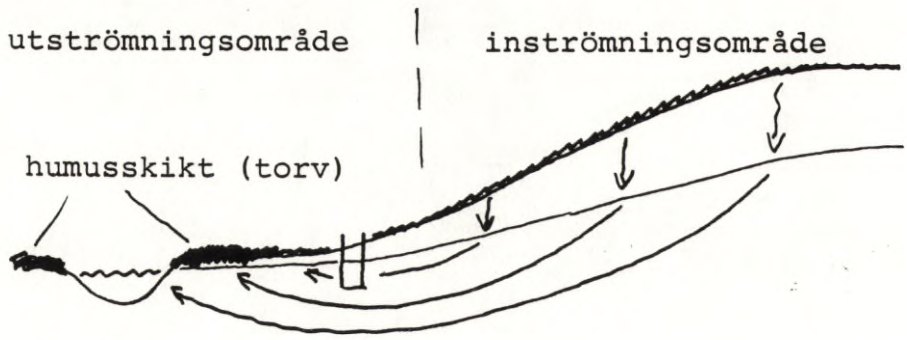


Fig. 1 In- och utströmningsområden i en sluttning

Marken som jonbytare

Vid dosberäkningar har vi använt marklärans syn på marken som en jonbytare. Det är främst organisk substans och lerpartiklar som fungerar som jonbytare. Förutom vätejoner binds två- och trevärda joner starkast till jonbytessätena. Katjonbyteskapaciteten hos några olika jordar kan uppskattas enligt:

humustäcket på en skogsjord	50 - 100 mekv/100 g
sand	2 - 5 " "
morän	5 - 10 " "

I skogsjordar är jonbytessätena i stor utsträckning uppfyllda med "sura" joner, i humustäcket vätejoner och i mineraljorden aluminiumjoner. För att få en uppfattning om vad ovanstående siffror betyder kan man översätta en aciditet av 5 mekv/100 g till att motsvara ett neutralisationsbehov av 3 kg $CaCO_3/m^3$ jord. Per volymsenhet är jonbyteskapaciteten i humustäcket av samma storleksordning som den i mineraljorden eftersom densiteten är ca 1/7 av mineraljordens.

Basmättnad är den del av de utbytbarajonerna som utgörs av $Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}$. Exempel på fördelningen av de utbytbara jonerna framgår av följande exempel.

	H^+el.Al^{3+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	V%	pH_{H_2O}
	m e k v. / 1 0 0 g						
humustäcke	78,1	3,03	0,05	0,12	0,04	4	3,9
mineraljord,sand	5,90	0,36	0,08	0,04	0,08	9	4,1

Med V% menas basmättnaden i procent. pH_{H_2O} avses pH i suspension i destillerat vatten. Som synes är i dessa sammanhang endast kalciumjonen av större betydelse.

I nedanstående tabell ges ett par exempel på neutralisationsbehovet i ett par markprofiler.

Djup cm	Aciditet mekv/100 g	Aciditet ekv/m²	V %	pH_{H_2O}	
-5 - 0	72,2	8,7	7,3	3,62	Podsol i sandig-moig morän (Lessebo)
0 -10	9,4	9,9	3,7	4,01	
10 -35	4,4	16,5	8,3	4,56	
35 -55	2,8	8,5	18,1	4,58	
55 -60	2,8	2,1	36,5	4,63	
		45,7 = 2,3 kg $CaCO_3/m^2$			
0 -20	2,7	6,8	21,4	4,70	Brunjord i sandig morän (Ljungby)
20 -40	1,3	4,4	17,2	4,77	
40 -60	1,1	3,8	19,4	4,62	
60 -70	0,9	1,6	25,0	4,61	
		15,6 = 0,88 kg $CaCO_3/m^2$			

Översatta till ha-giva betyder siffrorna ovan att podsolprofilen skulle kräva 23 ton $CaCO_3$/ha och brunjordsprofilen 8,8 ton/ha för att kalciummättas.

Provtagning och analys

Det finns en god korrelation mellan basmättnad och pH i vattensuspension.

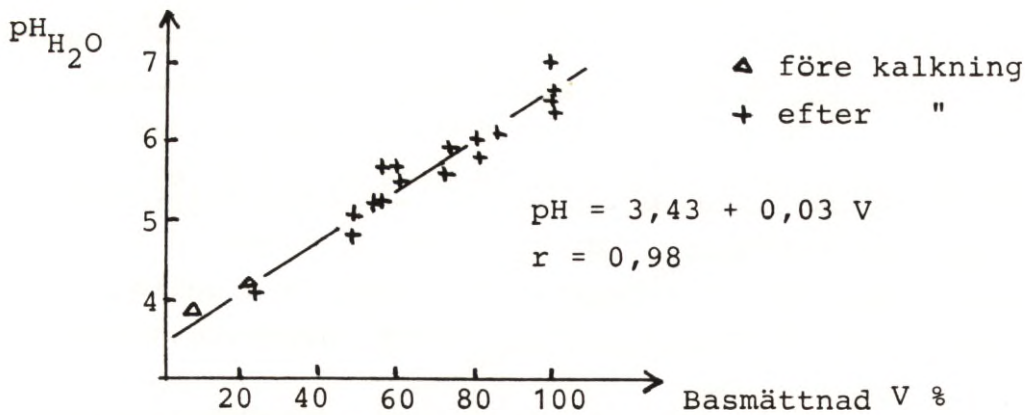
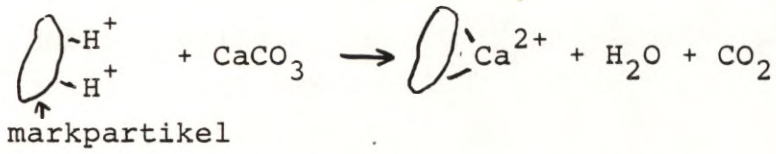


Fig. 2. Sambandet mellan basmättnad och pH före och efter kalkning i humustäcket vid försök i Laxå

Genom att mäta pH i en vattensuspension kan man alltså få en viss uppfattning om surheten hos jorden. Markvattensystemet är emellertid starkt buffrat och pH-mätningen ger endast begrepp om mängden fria vätejoner. Starkt förenklat kan detta beskrivas med följande formel:



För att få en uppfattning om den totala aciditeten måste man göra någon form av titrering av jorden. Vanligen görs detta på ett extrakt av ett jordprov. I ovanstående fall har ammoniumacetat med pH = 7 använts. Sådana analyser utförs av de Lantbrukskemiska laboratorierna som rutinanalys. En direkttitrering på ett suspenderat jordprov med bas till pH = 7 kan också ge en hygglig uppfattning om aciditeten.

För analysen behöver man ett representativt jordprov. I torvjordar är det lätt att få ett sådant, Man kan med ett slitsat rör ta upp ca 20 jordproppar och blanda till ett generalprov. Det går också bra att med spade ta upp jämntjocka skivor och med kniv ta ut remsor till ett generalprov. I våtmarker har man ju vanligen en uppåtgående vattenrörelse varför uppkalkningen inte sker till större djup (se fig. 1), kanske till ca 0,2 m. Vattenståndsvariationen i vattendraget under året anger ungefär det djup vartill kalkeffekten kan tänkas tränga.

Försök till dosberäkning

Vi har inga analyser från aktuella våtmarker, men vill försöka illustrera principen för en dosberäkning med några uppskattade värden.

Om man antar att torven har en jonbyteskapacitet på 100 mekv/100 g, en densitet på 0,2 och att uppkalknin-

gen sker till 0,2 m djup får man en erforderlig giva av ca 20 ton $CaCO_3$/ha för att nå 100 % kalciummättnad. Enligt Reuss (1983) krävs minst 20 % basmättnad för att påtagligt påverka pH i en mineraljord. Reuss utgår därvid från några teoretiska jonbytesisotermer. Från praktisk synvinkel torde det vara bättre att ge ordentliga kalkgivor på ur hydrologisk synvinkel lämpliga områden än att strö tunt över större områden. Med hydrologiskt lämpliga områden avses då sådana där man vid högflöden har en god genomsilning av vattnet.

En markkemisk utvärdering av utförda våtmarkskalkningar bör kunna ge en pålitligare dosuppskattning.

Referenser

Resuss J O (1983) Implications of the calcium-aluminium exchange system for the effect of acid precipitation on soils. J Environ Qual 12, 591-595

För markkemiska grundbegrepp:

Troedsson T & Nykvist N (1973) Marklära och markvård. Almqvist & Wiksell Läromedel, Stockholm

Diskussion

William Dickson - Vilka doser har Ni haft när Ni fått positiv effekt på grundvatten?

- (GJ) 5-10 ton/ha i ett svallsandsområde i Örnsköldsvik. Men i flera fall har vi inte lyckats få effekt.

I andra marktyper:

Podsol i Lessebo - 40 ton/ha
Brunjord, sandig morän i Ljungby - 15 ton/ha
Detta avser mark ned till 2 m djup.

Anders Wilander - Skogsforskarna hävdar att man får en nitrifikation vid kalkning på skogsmark. Har Ni sett det?

- (GJ) Inte studerat så noga. Vi har så få fall.

- (BH) I våra områden (IVL från västsverige med givor 5-10 ton/ha) har nitrathalterna stigit i markvatten. Så nitrifikation har nog skett.

2.13 VÅTMARKSKALKNING – en metod att kalka rinnande vattendrag

Bengt Hasselrot, Ingvar Andersson, Ingemar Alenäs, Hans Hultberg

Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL)
Box 5207, 402 24 Göteborg

Sammanfattning

Det totala antalet försurade bäckar i Sverige är idag mycket stort. Många av dessa bäckar rinner genom oåtkomliga skogsmarker där utplacering av doserare är omöjlig eller, pga bäckarnas ringa storlek, medför relativt sett stora kostnader. Emellertid mynnar många av bäckarna antingen i kalkade sjöar med känsliga organismer, eller har ett stort egenvärde som tillflöde till nedströms belägna lek- och uppväxtlokaler för laxartade fiskar.

I syfte att minska flödet av surt vatten med höga aluminiumhalter och att studera en metod för neutralisation av rinnande vattendrag, kalkades två bäckar i december 1979. Kalkgivan var 30 ton vardera, utgörande en dos på 1650 resp. 1450 kg per hektar avrinningsområde. Stora delar av bäckarna är omgivna av våtmarker, där vattenflödet sker diffust och ej i någon väl definierad bäckfåra. I en av bäckarna (Bråvattenbäcken, 1650 kg/ha) är pH-värdet fortfarande 5 år efter insatsen på en nivå över 6.0. Total-aluminiumhalterna har sjunkit från $\sim$0.45 $mg \cdot l^{-1}$ till $\sim$0.2 $mg \cdot l^{-1}$.

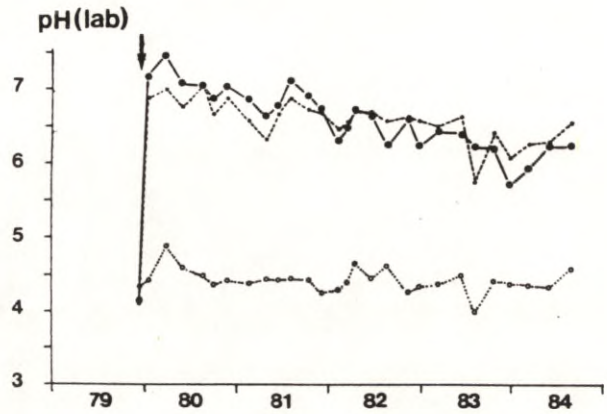
Utlösningen av kalk tycks vara konstant, varför kalktransporten ökar kraftigt vid högvattenflöden. Detta har hittills räckt för att hålla pH-värdet uppe även under surstöts-perioder. Totalt beräknas ca 30% av kalken ha löst ut efter de första 5 åren.

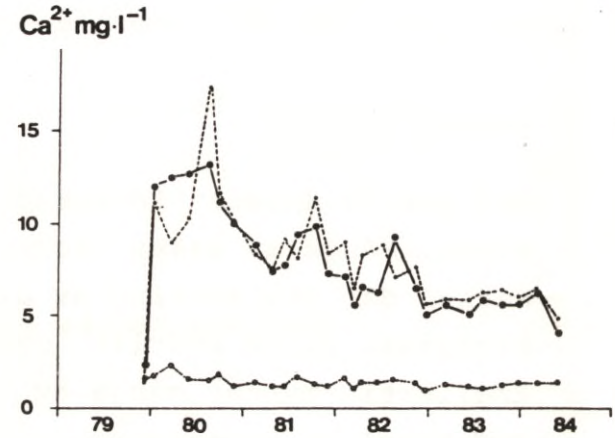
Effekten av kalkinsatsen i den andra bäcken (Nordbäcken; 1450 kg/ha) blev kortvarigare (2-3 år ner till pH 5.5), sannolikt på grund av lägre kalkgiva, betydligt surare marker, och högre initial aluminiumhalt. Utlösningen av kalk är fram till juni 1983 ca 25%.

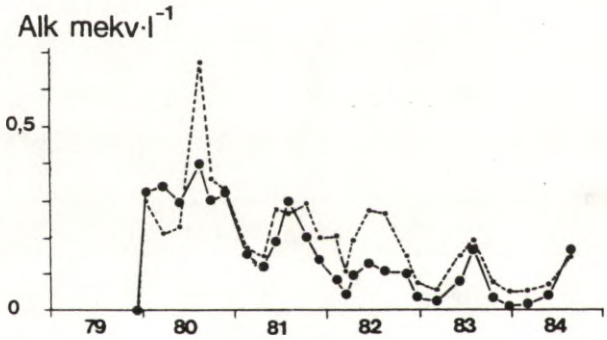
En andra kalkinsats ger sannolikt en bättre effekt, då merparten av kalken från första insatsen ligger kvar och minskar uppbindningen av den nya kalktillsatsen.

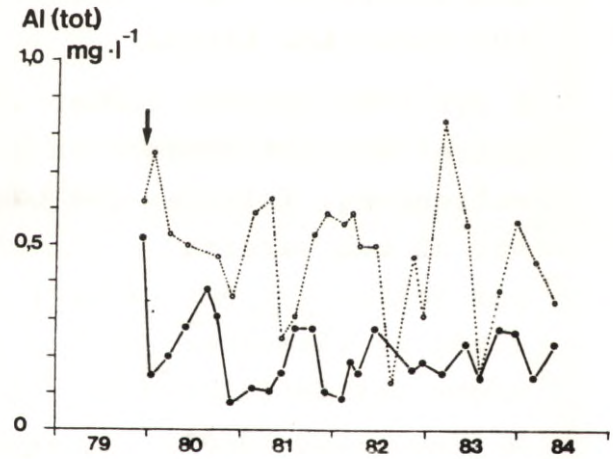
Vi anser att denna typ av våtmarkskalkning är ett bra sätt att behandla vissa rinnande vattendrag. Kalkgivan måste dock generellt vara högre än dagens rekommenderade giva (350 kg/ha för en 5-årsperiod).

Bråvattenbäcken

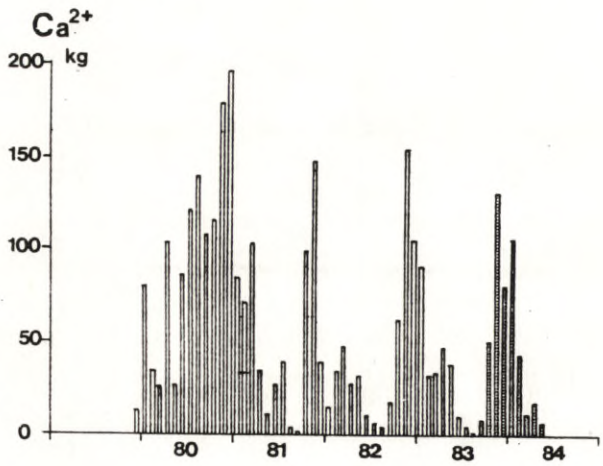


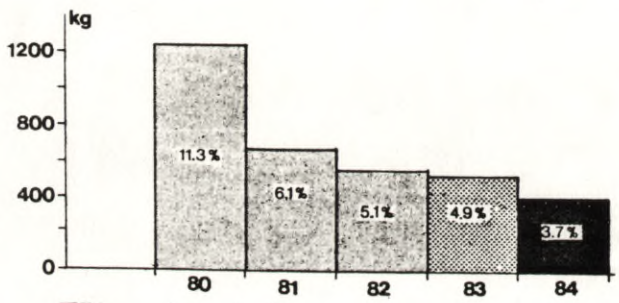




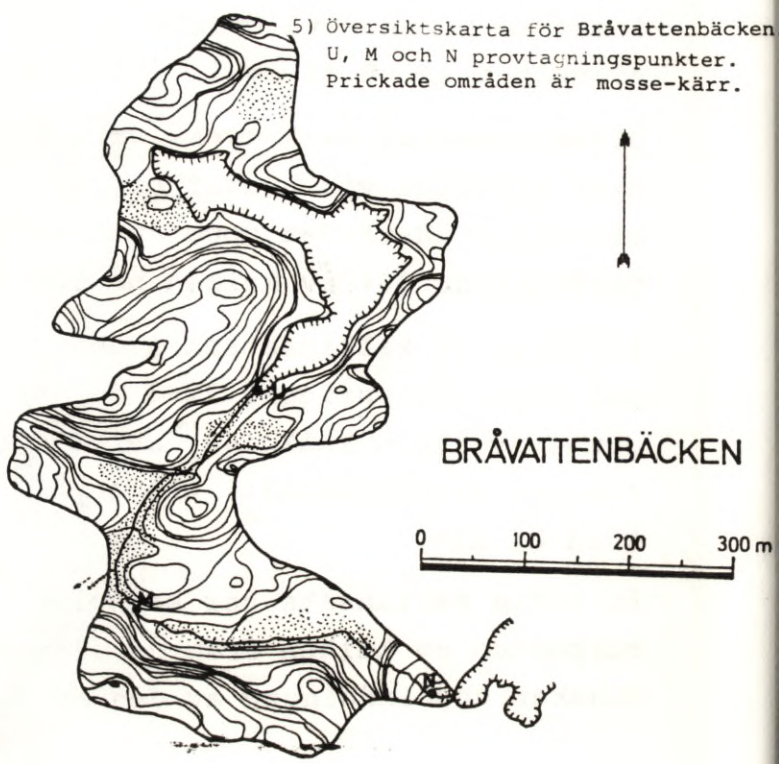


Kalciumutlösning Bråvattenbäcken
Månadsvis och årsvis

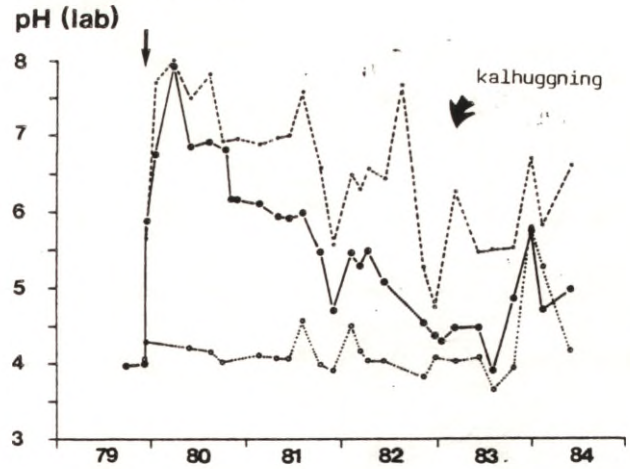


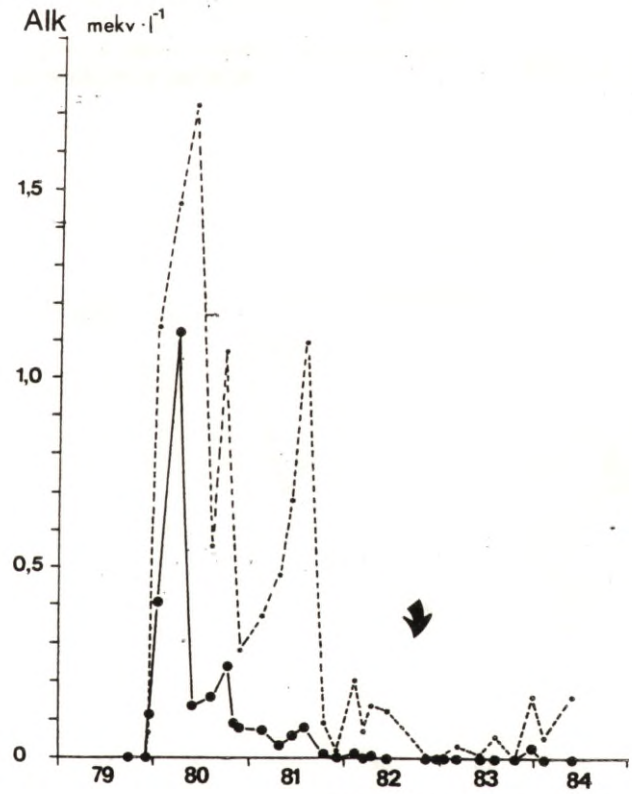


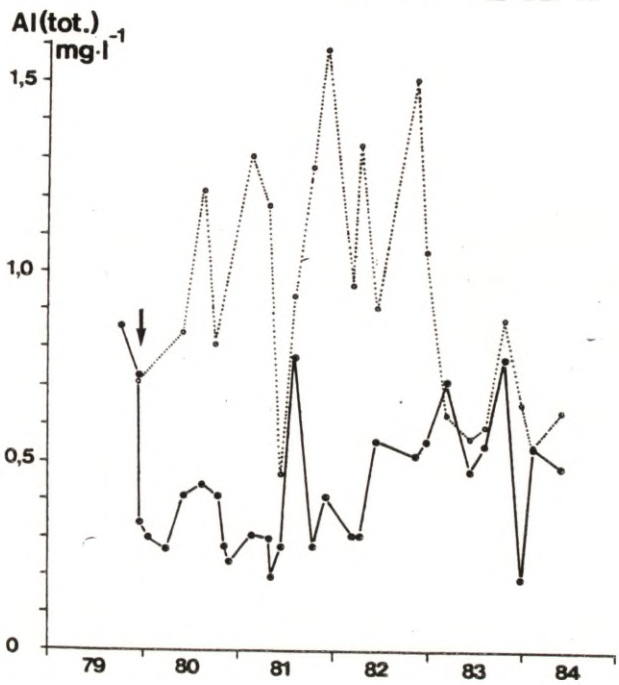
5) Översiktskarta för Bråvattenbäcken. U, M och N provtagningspunkter. Prickade områden är mosse-kärr.

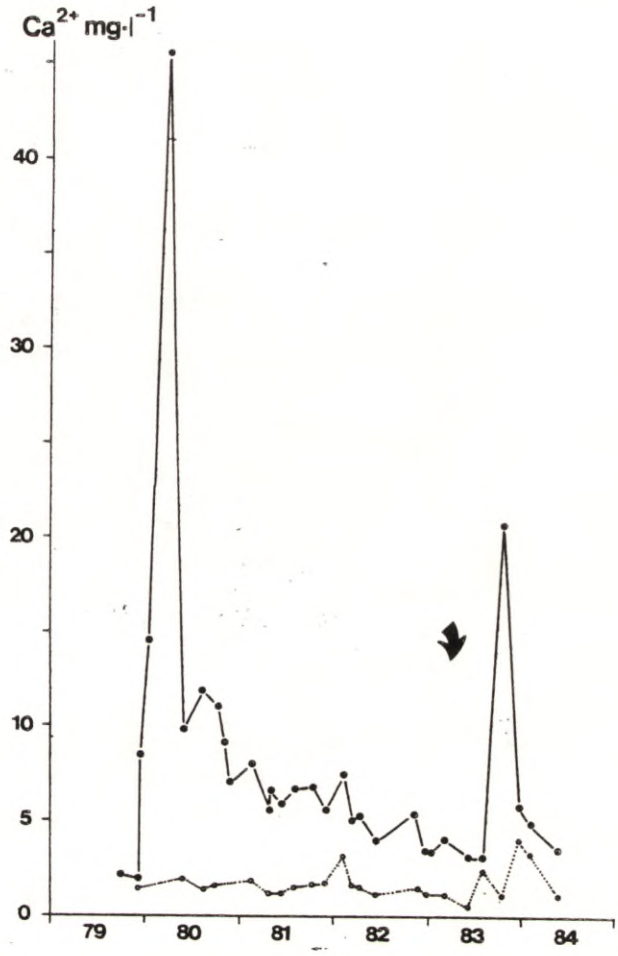


Nordbäcken



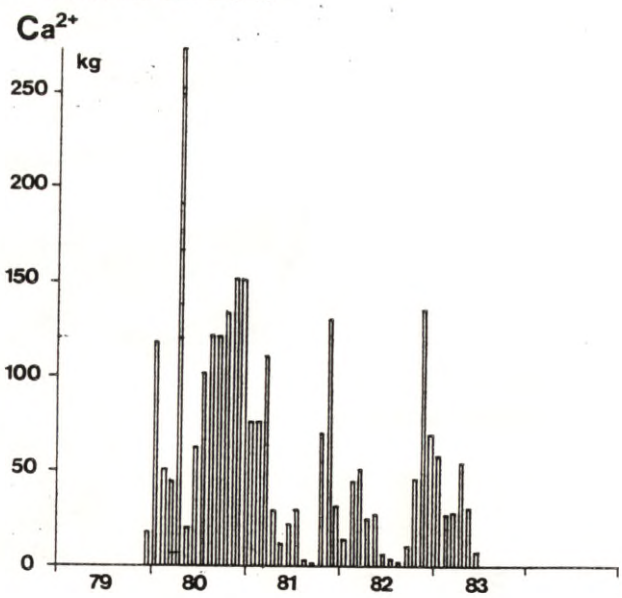


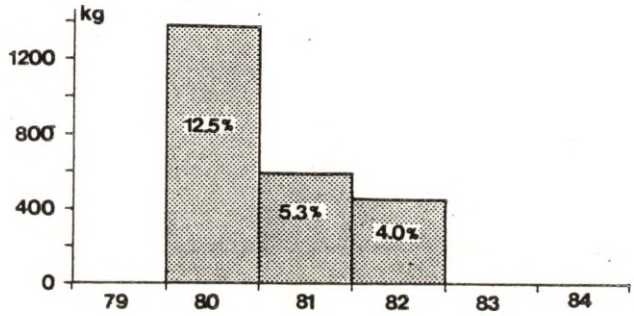




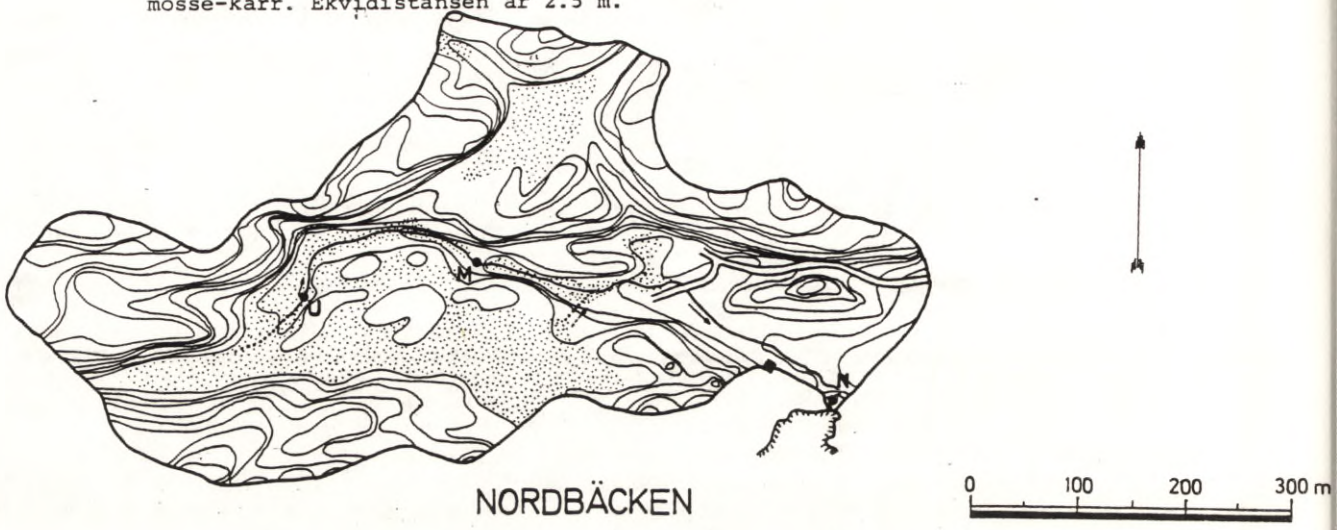
Kalciumutlösning Nordbäcken

Månadsvis och årsvis

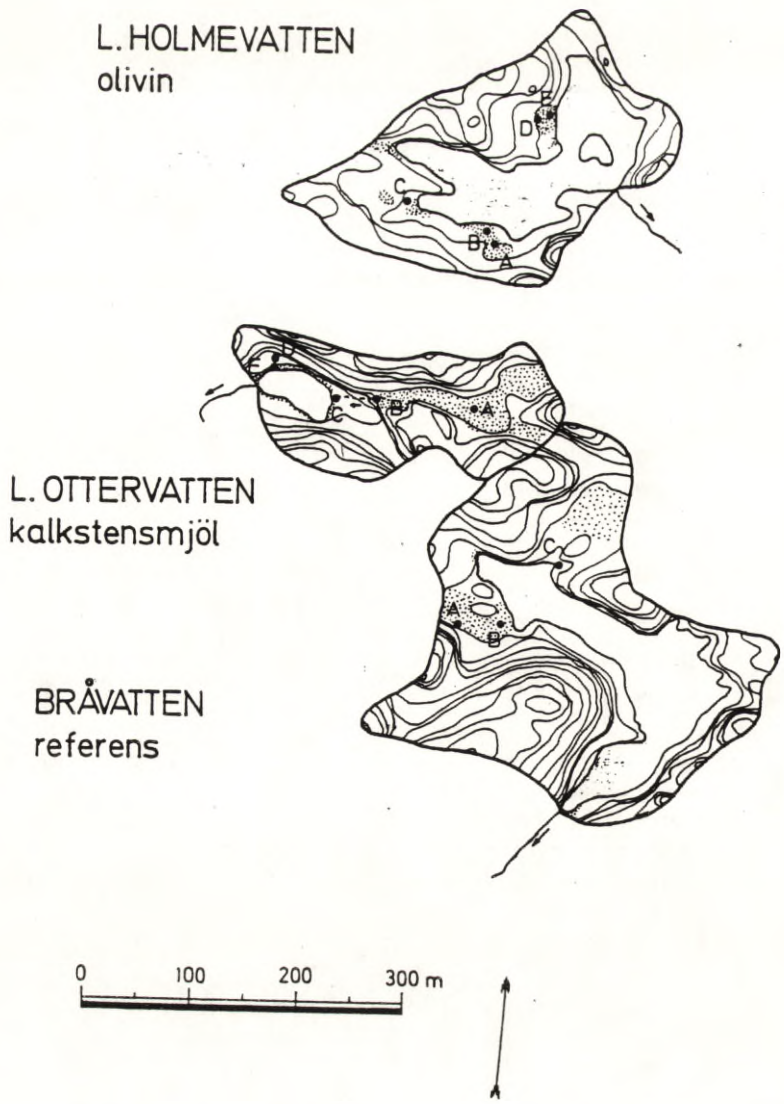


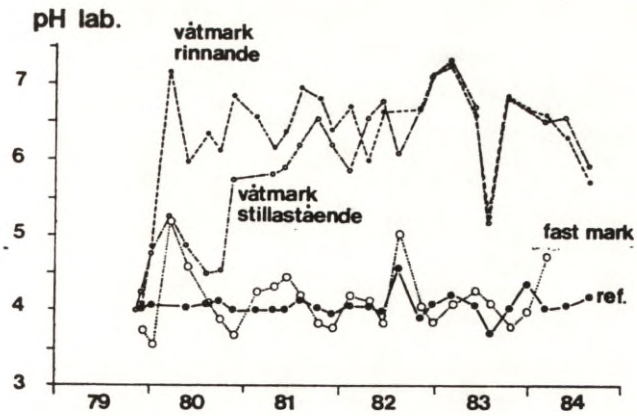


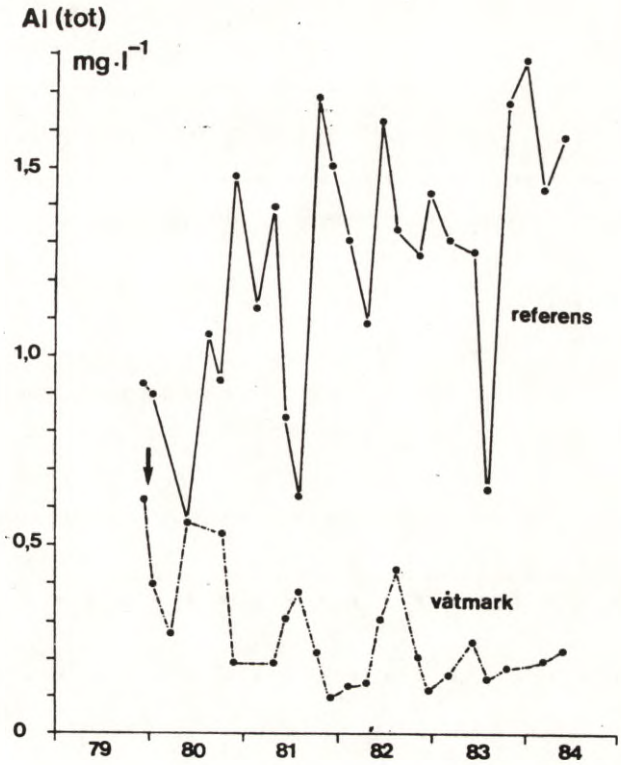
5) Översiktskarta för Nordbäcken
U, M och N provtagningspunkter. Prickade områden är mosse-kärr. Ekvidistansen är 2.5 m.



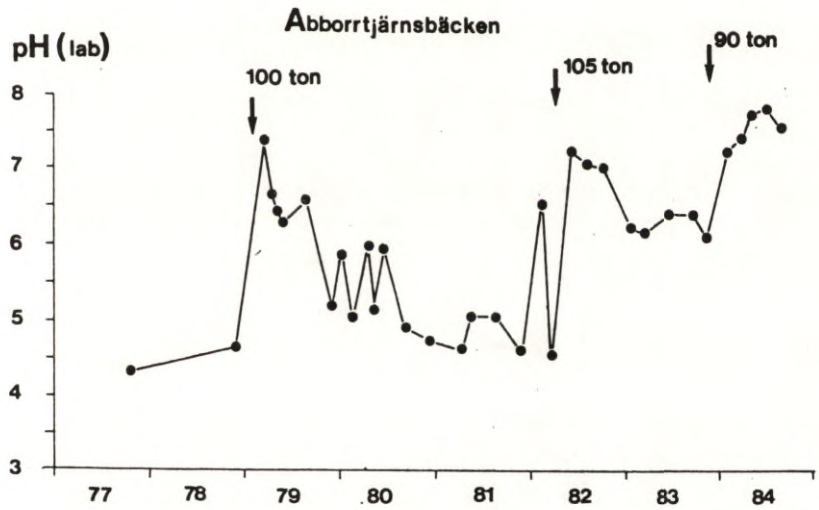
10) Översiktskarta för markbehandlingsförsöket.
Legend, se figur 5.







Effekter på pH-värdet och Al-halten i mark- och grundvatten efter behandling (6.2 ton/ha) med kalkstensmjöl i olika marker. För att få effekt måste kalken komma i direkt kontakt med vatten,



Diskussion

Torbjörn Lindqvist - Har Ni klarat av surstötarna? Er provtagning var ju lite gles?

- (BH) Ja, vi har lite för gles provtagning, så vi kan ha missat någon surstöt men jag tror inte det.

Per Nyberg - Motsvarande försök startade i Västmanland 1977 med provtagning en gång i månaden. Hittills har surstötarna klarats. Även i Lofsen har surstötarna, baserat på dagliga mätningar, klarats trots kraftig snösmältning.

Erland Stake - Jag vill veta hur dosen 350 kg kalk/ha beräknats. Hur mycket läggs på "effektivt" område?

William Dickson - Gissade på 50 ton/ha. Bengt Hasselrot instämde men hade inte exakt uppgift.

Axel Wenblad - Vad hände med terrester vegetation

- (BH) Lavar och vitmossan försvinner. Nyinkomna orkidéer har observerats. I övrigt inga nämnvärda effekter.

Hans Berggren - Vad händer med myr- och mossmarkens flora?

- (BH) Vi har en publikation (Bengt Olsson, SLV) som ger en del av svaret.

Thorsten Ahl - Hur långt nedströms markkalkningen hade Ni effekt?

- (BH) Svårt att säga på grund av sjöar nedströms. Dessa sjöar har dock relativt bra pH. Vi har inte följt hela vägen längre ned så något exakt svar kan jag inte ge.

Per Olsén - En varning! Kolla med naturvårdsenhetens "gröna sida" så att inte skyddsvärd våtmark kalkas.

Inge Lundh - En specifikation finns i regel i redan utfärdad från "gröna sidan".

Karl-Erik Johansson - Ja, "Inventering av Sveriges våtmarker" ett SNV-PM ger en komplett lista.

Jan-Erling Larsson - Det måste ligga på länen att kontrollera så att inte konflikter naturvård/ kalkning uppkommer.
Jag vill också påpeka att vad vi här sett redovisas är de inledande försöken med våtmarkskalkningar. Markkalkning görs ju nu i ett brett upplagt projekt på SNV.

Eva Grundelius - Hur gör markägaren om han inte vill ha kalk på marken?

- (BB) Vi anser att det som görs är av godo så vi hoppas att problemet inte skall uppstå.

Lars-Åke Lindberg - Problemet finns men åtgärderna är ju som sagt positiva för markägaren. Det viktiga är att samarbeta mellan myndigheter och berörda mark- och vattenägare.

Axel Wenblad - I LON´s handledning fördes ett resonemang om kalkningens tillåtlighet på mark och i vatten. Man anser att kalkning i vatten bör kunna utföras även om någon enstaka vattenägare är emot. På mark bör dock inte kalkning ske om markägare är emot. Ännu har inget fall prövats rättsligt så detta får gälla som riktlinje.

Lars-Åke Lindberg - Instämmer helt. Så ta kontakt, så uppstår inga problem.

Bengt Hasselrot - På informationsträffar med markägare får man övervägande positiva synpunkter. Flertalet vill ha än mer kalkning på sina marker.

2.14 THE EXPERIMENTAL LAKE NEUTRALIZATION PROJECT IN ONTARIO, CANADA

J.G. Hamilton and L.A. Molot,

Booth Aquatic Research Group,
532 Queen Street East,
Toronto, Ontario, M5A 1V2,
Canada.

The Experimental Lake Neutralization Project is a 5 year study by the Ontario Ministries of the Environment and Natural Resources. The project is designed to test the feasibility of using neutralization as an interim strategy to restore acidic lakes and protect lakes endangered by acidification.

Two lakes were chosen for this study; the endangered lake, Trout Lake, had a mean alkalinity of 16 ueq/l and the acidified lake, Bowland Lake, had a mean alkalinity of -16 ueq/l prior to whole-lake neutralization. Bowland Lake has a mean depth of 7.6 m and a surface area of 109 ha. Trout Lake has a mean depth of 12 m and a surface area of 290 ha. Both lakes were neutralized via a fixed-wing water bomber with fine grades of calcite. Eighty-four tonnes of calcite with a mean particle diameter of 9.1 um were applied in dry form to Bowland Lake and 147 tonnes of calcite with a mean particle diameter of 5.4 um were applied to Trout Lake in a 70% slurry with a chemical dispersant. The results showed that initial dissolution was greatly enhanced when calcite was applied as a slurry. The ratios of observed to predicted initial dissolution were 0.58 for Bowland Lake and 0.85 for Trout Lake. The Sverdrup model was used to predict initial dissolution.

Calcium levels continued to increase for two weeks following liming in Bowland Lake and the proportion of dissolved calcite increased from 42 to 52%. The increase was attributed to dissolution of settled calcite. After two weeks the dissolution rate of settled calcite appeared negligible. In Trout Lake, the proportion of dissolved calcite, 82%, showed only minor fluctuations for four months following liming.

The fish species of primary interest in the Ontario project is the lake trout, Salvelinus namaycush, which spawns during autumn in shallow waters (generally < 2 meters). Nearshore acid and inorganic aluminum pulses during runoff events in neutralized and endangered lakes may threaten the survival of developing eggs and fry. Hence, experiments are currently underway to gauge the success of whole-lake neutralization and site-specific shoal liming in protecting nearshore environments, including shallow waters and interstitial waters of potential lake trout spawning shoals.

The survival of lake trout eggs incubated over potential lake trout shoals in Bowland Lake from October to May increased from 7% prior to neutralization to 72% after neutralization while the control lake experienced 64 and 62% survival, respectively. Similarly, the survival of hatchery-reared lake trout exposed for a 7 day period in Bowland Lake immediately after the lake became ice free ranged from 43 to 8% for 0+ fish and 7 to 1% for 1+ fish in the two years prior to neutralization. In the same period the year following neutralization

survival for both year classes was > 99%. Survival in control lakes ranged from 92 to 96% for 0+ fish and 89 to 100% for 1+ fish.

The only fish present in Bowland Lake prior to neutralization was the yellow perch, *Perca flavescens*. In the year following neutralization recruitment and survival increased, as did growth rate and condition factors. These responses may not have been due solely to neutralization as annual variability is commonly noted among these parameters. Stockings of hatchery-reared lake trout and adults transferred from other lakes have been successful subsequent to neutralization.

The Experimental Lake Neutralization Project is scheduled to conclude in November, 1986 after which reports on liming, chemistry, bioassays, assessments of fish communities and benthic and plankton surveys will be available from APIOS, Ministry of the Environment, 40 St. Clair Avenue West, Toronto, Ontario, M4V 1M2, Canada.

2.15 HG I FISK I SVENSKA SKOGSSJÖAR

Kjell Johansson
Statens naturvårdsverk
Box 1302
171 25 SOLNA

I Sverige har vi 87 000 sjöar som är större än ett ha (100x100 m). De flesta (95 %) av dessa sjöar är belägna i skogsområden och kan karakteriseras som näringsfattiga med ett varierande innehåll av humusämnen. Under senare år har ett antal regionala undersökningar genomförts för att kartera hur höga kvicksilverhalterna är i fisk (mestadels gädda) i denna typ av sjöar.

I Figur 1 har sammanställts resultaten från mätningarna av kvicksilverhalten i gädda från dessa undersökningar. Ingen direkt tillförsel av avloppsvatten förekommer till sjöarna som ingick i karteringen. De högsta medelvärdena återfanns i centrala delarna sv Sverige och särskilt i områdena längs norrlandskusten (0.9-1.0 mg/kg). I södra delarna av landet var medelhalterna lägre (0.6.-0.7 mg/kg) medan de lägsta medelhalterna (0.3 mg/kg) uppvisades i sjöar som är belägna i de nordligaste delarna av landet. I ett stort antal sjöar var halterna högre än 1 mg/kg som är den gräns för svartlistning som vi tillämpar i Sverige. Utifrån denna kartering kan bedömas att det totala antalet sjöar större än ett ha, där kvicksilverhalten är högre än 1 mg/kg i en-kilos gädda, troligen är mellan 5 000 och 10 000. De flesta av dessa sjöar är tämligen små med sjöytor mellan 1 och 10 ha.

Det går inte med säkerhet att bestämma vilka de naturliga kvicksilverhalterna har varit i fisk då mycket få tillförlitliga mätningar finns från tiden före 1960. Utifrån värderingar som gjorts i Sverige och andra länder samt kvicksilverhalter i fisk från avlägsna områden är det troligt att halterna i gädda i skogssjöar i Sverige var omkring 0.2 mg-/kg i förindustriell tid. I dag är halterna i gädda betydligt högre i stora delar av Sverige. Endast i den nordligaste delen av landet är kvicksilverhalterna i närheten av de värden vi antar är den naturliga bakgrunden.

Höga kvicksilverhalter i fisk i "opåverkade" sjöar har även rapporterats från vissa regioner i Kanada. Även i Finland verkar halterna kvicksilver i fisk vara förhöjda, halterna är dock inte lika höga som i stora delar av Sverige. Medelvärdet för gädda i 72 undersökta sjöar i Finland var 0.57 mg/kg (Verta, 1983).

Trots att emissionen av kvicksilver i Sverige har minskats radikalt under de senaste decennierna kan inte någon tydlig, generell nedgång i kvicksilverhalterna i fisk från skogssjöar påvisas. En svag tendens finns dock att halterna ökat något under de senaste decennierna i fisk från sjöar i centrala Sverige och minskat något i de södra delarna av landet (Ohlin, 1980).

Orsaker till förhöjda kvicksilverhalter

De förhöjda kvicksilverhalterna i fisk är beroende av främst två faktorer:

1) Analyser av kvicksilver i sediment (fig 2) visar tydligt att tillförseln av kvicksilver i sjöarna har ökat betydligt (med en faktor omkring fem) i de södra och centrala delarna av Sverige under det senaste århundradet. I de nordligaste delarna av landet är ökningen av tillförseln betydligt lägre - högst en faktor 2. Ökningen kan knappast bero av naturliga faktorer utan måste ha antropogena orsaker. Ökningen är troligen beroende av utsläpp av kvicksilver till atmosfären i Sverige och andra europeiska länder. En del av det antropogena kvicksilvret deponeras direkt på sjöytan och en del faller på marken i tillrinningsområdet och kan sedan transporteras fästade vid humus-material med avrinningsvattnet till sjöarna. I figur 3 har en uppskattning gjorts av flödena av kvicksilver till och från en hypotetisk sjö belägen i södra delen av Sverige. Med nuvarande kunskap går det inte att bedöma vilken av tillförselvägarna som är den dominerande. Sannolikt ger båda transportvägarna betydelsefulla

bidrag. Mängden antropogent kvicksilver som transporteras från marklagren är sannolikt beroende av det sammanlagda nedfallet på marken under många decennier. Det är rimligt att anta att den ökade tillförseln av kvicksilver till sjöarna har orsakat att kvicksilverhalterna i gädda har ökat. Till följd av denna faktor har sannolikt halterna i gädda ökat i södra hälften av landet från de naturliga bakgrundsvärdena omkring 0.2 mg/kg till haltnivåer på 0.5-0.9 mg/kg, dvs till de regionala medelvärden som vi i dag finner i de icke-försurade sjöarna.

2) Försurningen av sjöar har orsakat en ytterligare ökning av kvicksilverhalterna i fisk. I ungefär 10 000 sjöar större än 1 ha har fiskpopulationerna skadats pga försurningen. I dessa sjöar har kvicksilverhalterna i gädda sannolikt ökat med omkring 0.1-0.3 mg/kg och i en del fall med 1 mg/kg utöver de redan förhöjda regionala haltnivåerna. Dessa antaganden bygger främst på det faktum att regionala sjöundersökningar visat att koncentrationen kvicksilver i allmänhet är högre i fisk från sura sjöar än från mer basiska sjöar (fig 4) och att kalkningar av sjöar som regel medför lägre halter kvicksilver i fisk (fig 5).

Kvicksilver uppför sig inte på samma sätt som de flesta andra metaller vid en försurning. I mark och vatten är kvicksilver till allra största delen fästade till organiskt material (humus). Denna bindning påverkas inte i någon högre grad av pH-förhållanden i omgivningen. Någon direkt förändring av den vanligaste förekomstformen för kvicksilver inträffar alltså inte vid en försurning. Däremot kommer omsättningen, anrikningen och upptaget i fisk av kvicksilver att påverkas på indirekta vägar på en rad olika sätt vid en försurning, t ex:

- kvicksilver deponeras effektivare till bottnarna tillsammans med humus

- anrikning i näringskedjorna kan ske i högre grad pga att artsammansättningen förändrats

- fiskarnas födoval förändras vilket även kan ge ett förändrat intag av kvicksilver

- fiskarna utsätts för stress och tillväxten blir sämre. Halten kvicksilver i fisken bör öka

- kvicksilver fixeras i de vattenlevande mossorna

- en ökad bildning av metyl-kvicksilver. Denna form utgör visserligen en mycket liten del av den totala mängden i sjön (< 1%) men den är ändå viktig eftersom den lätt tas upp av organismer.

En del av dessa försurningseffekter medför att halten kvicksilver i fisk ökar medan andra att fiskens exposition för kvicksilver minskar. Summaeffekten är dock i de flesta fall att kvicksilverhalterna i fisk ökar vid en försurning.

Som tidigare nämnts sker en betydande del av tillförseln av kvicksilver till sjöarna från omgivande marker. Vi vet idag inte hur det ökade syranedfallet påverkar denna transportväg. På teoretiska grunder skulle man förvänta sig att transporten borde öka men experimentella laboratorieförsök tyder snarast på att transporten av kvicksilver minskar från marklager som utsätts för surt regn. För närvarande går detalltså inte att bedöma om t ex markkalkning är en lämplig metod att minska kvicksilverläckaget från mark till vatten.

Orsaker till regionala skillnader

Av det kvicksilver som i dag deponeras i Sverige på mark och vatten från luften har den största delen sitt ursprung från källor i de industrialiserade delarna av den europeiska kontinenten. Om dessa källor även hade en dominerande påverkan på kvicksilverhalterna i sjöarnas sediment och fiskar borde man återfinna de högsta halterna i sjöar belägna i södra delarna av landet. Så är dock inte fallet utan de högsta halterna kvicksilver i fisk uppvisar i stället sjöarna i centrala delarna av landet och särskilt i områdena längs norrlandskusten. Detta något förbryllande mönster kan bero på att äldre utsläpp av kvicksilver till luft i Sverige fortfarande gör sig påminda.

Under perioden 1935-1965 emitterades stora mängder kvicksilver till luft från ett fåtal punktkällor, mest kloralkaliindustrier (fig 6). De flesta av dessa källor var belägna i de områden där vi idag återfinner de högsta kvicksilverhalterna i fisk. Sedan 1965 har dock utsläppen från dessa källor reducerats drastiskt. En hypotes är att de gamla utsläppen har orsakat en haltförhöjning av kvicksilver i markens humuslager vilket fortfarande ger en förhöjd tillförsel av kvicksilver från dessa marker.

En annan möjlig förklaring kan dock vara att kvicksilver på något sätt effektivare tillvaratas och ackumuleras i näringskedjorna i sjöarna i centrala delarna av landet. Strukturen på ekosystemen i sjöarna (artsammansättningarna, arternas livslängder, "vem äter vem" osv) kan vara olika i olika delar av landet och ha en avgörande betydelse för upptaget och bioackumuleringen av kvicksilver i fisk.

En utförligare redovisning och diskussion om problemet kvicksilver i svenska skogssjöar samt litteraturhänvisningar återfinns i: Lindqvist m fl 1984, - Mercury in the Swedish environment, global and local sources, statens naturvårdsverk PM 1816.

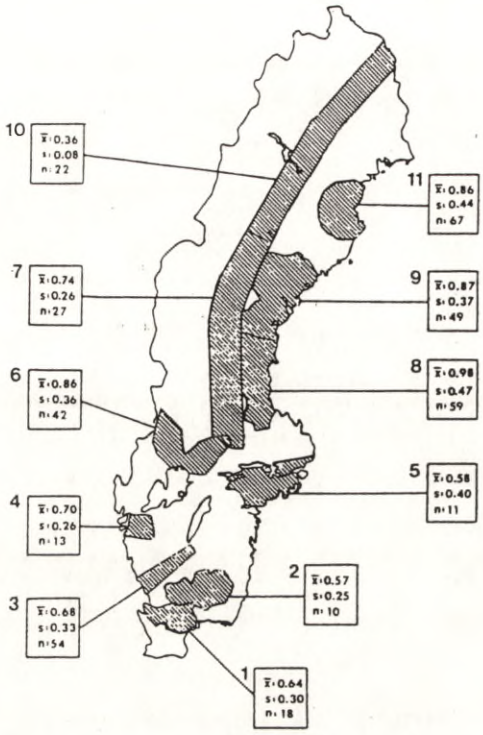


Fig. 1. Koncentrationer kvicksilver i 1-kilos gädda för olika regioner i Sverige. Medelvärdena ges i mg/kg våt vikt.

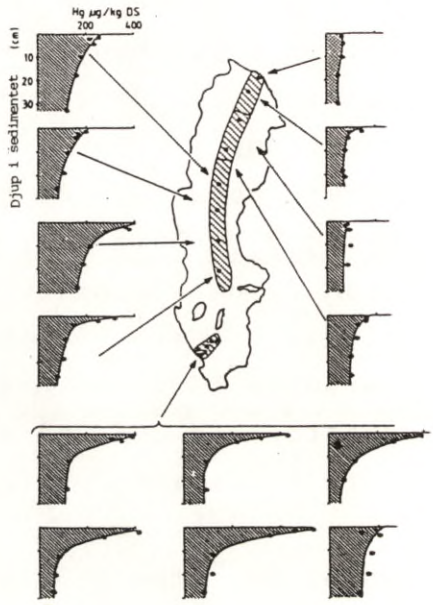


Fig. 2. Vertikala fördelningen av kvicksilver i sjösediment.

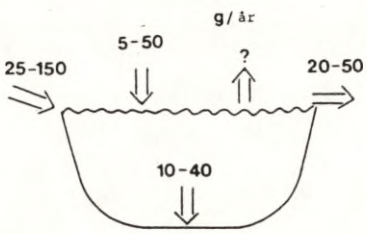
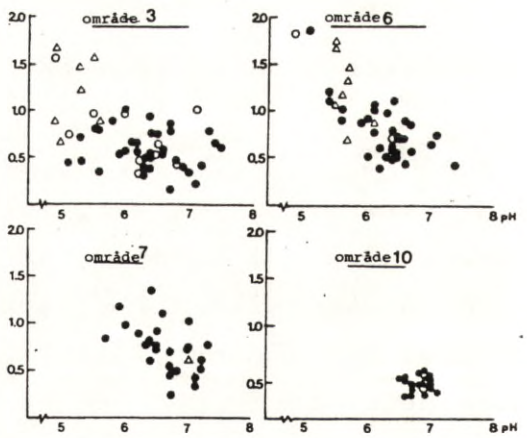


Fig. 3. Uppskattning av kvicksilverflödena i en skogssjö belägen i södra hälften av Sverige.



● Sjöar med normal sammansättning av fiskarter
△ Sjöar med bara gädda och abborre (ingen mört)
○ Ingen information om sammansättningen av fiskarter

Fig. 4. Jämförelse mellan pH-värdena i vatten och kvicksilverhalter i gädda (från Björklund m fl, 1984).

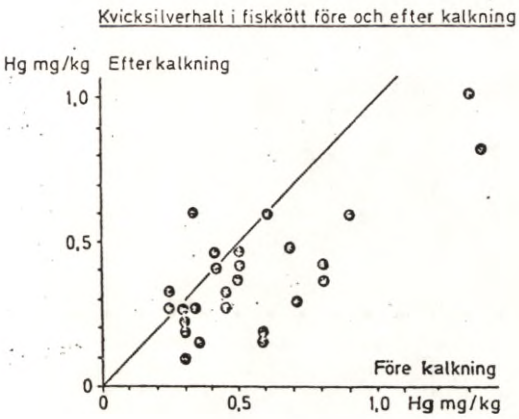


Fig. 5. Kvicksilverinnehållet i fisk (gädda, abborre, mört) före och 3-4 år efter kalkning. I de flesta fiskgruppen har kvicksilverhalten sjunkit (i medeltal 30 %) efter kalkning. I ett fall (25 grams gäddor från en sjö) är halten högre efter kalkning (pricken ovanför linjen). Varje punkt är medelvärden från flera fiskar. Data från fem sjöar. (Data: P Andersson och SNV PM 1786).

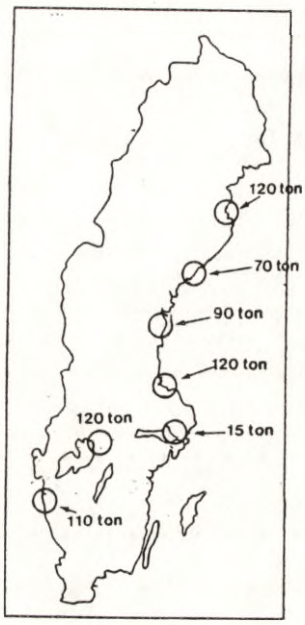


Fig. 6. Sammanlagda utsläpp av kvicksilver till luft under åren 1940-1980.

Diskussion

Fråga: Reglering och uppdämning av sjöar kan det öka kvicksilverhalten i fisk? I Finland har man konstaterat detta och tror att det beror på ökat humusutflöde till vattnet. Risken för ökade kvicksilverhalter i fisk bör därför tas in i bedömningen vid vattenkraftsutbyggnad.

Birger Ahlmer: Kalkning och rotenonbehandling kan det sänka kvicksilverhalten i fisk?

Svar: Kalkning ja. Utfiskning till 1/3 kan reducera kvicksilverhalten. Rotenonbehandlings effekt vet vi ej för vi vet inte varför kvicksilverhalten minskar när fiskmängden minskar.

Axel Wenblad: Du nämnde selenbehandling, vad vill man åstadkomma med den metoden?

Svar: Selen hämmar kvicksilverupptag. Selenbehandling av sjöar i Kanada har resulterat i att kvicksilverhalten i fisk minskat selen har dock samtidigt giftverkan på vattenorganismer varför man måste vara försiktig vid behandling.

2.16 HAVSÖRING, LAX OCH ÅL I VÄSTSVENSKA VATTENDRAG.

Erik Degerman
Fiskeristyrelsens sötvattenslaboratorium
17011 Drottningholm.

INLEDNING

Studien syftar till att ge en övergripande bild av lax-, havsöring- och ålbestånden i mindre vattendrag på svenska västkusten. Förekomsten av arterna har främst satts i relation till pH och alkalinitet i vattendragen. För att förenkla utvärderingen har inte vattendragsavsnitt uppströms definitiva vandringshinder för uppvandrande laxfisk medtagits. Detta innebär att de undersökta stationerna är belägna nedom den marina gränsen och således i relativt välbuffrade områden. Såväl okalkade som kalkade vattendrag ingick i studien.

Arbetet bedrevs dels i form av elfisken sommaren 1983, varvid totalt 88 stationer i tolv olika vattendrag elfiskades, dels i form av vattenkemiska undersökningar.
Vattenkemi (pH, alkalinitet, färgtal, ledningsförmåga) undersöktes dels i samband med elfisket under sommaren dels med täta provtagningar i några vattendrag under påföljande vinter-vår.
I samband med sammanställningen utvärderades också äldre elfisken i några vattendrag på västkusten.

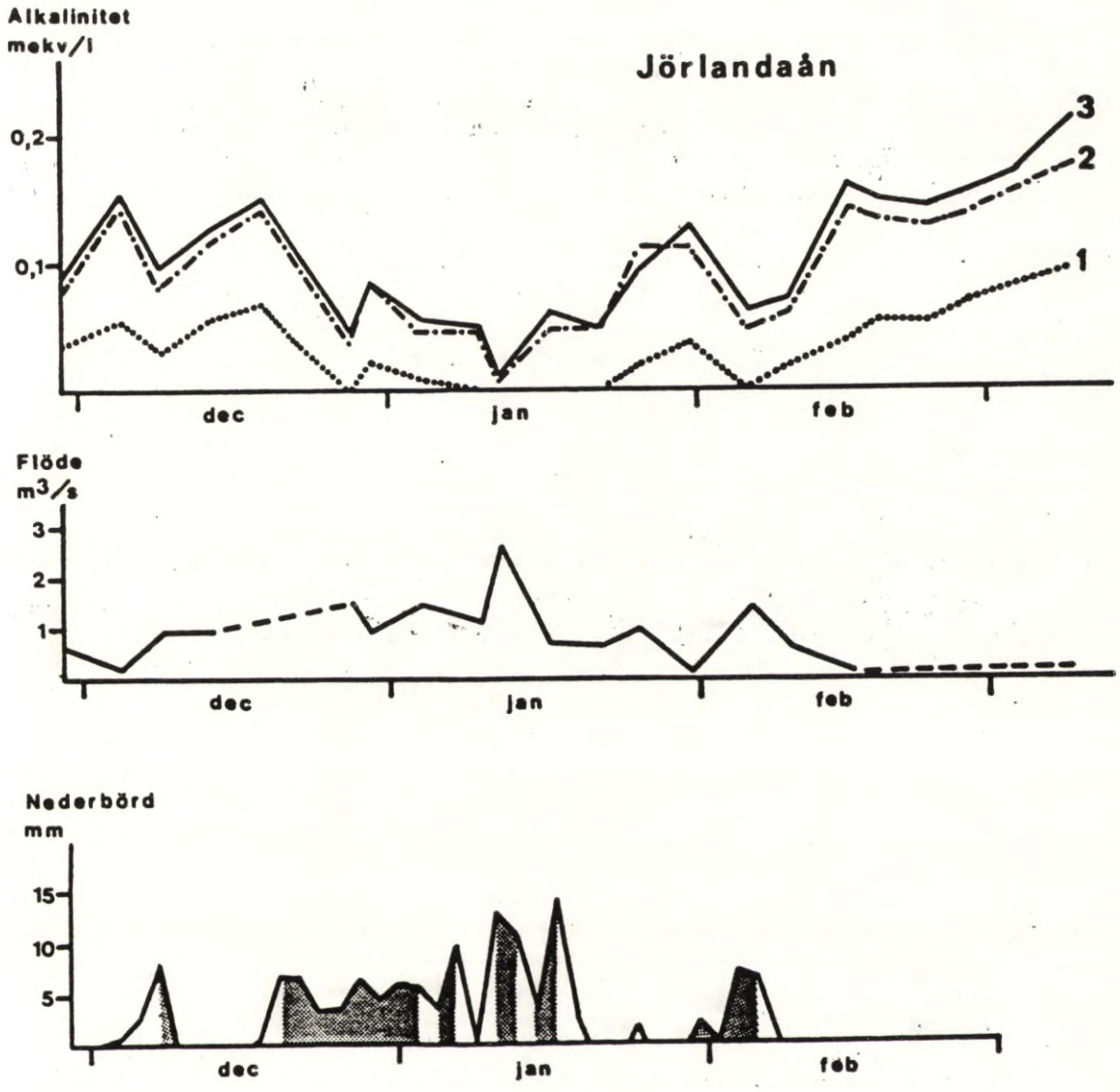
VATTENKEMI

pH var vid elfiskestudien sommaren 1983 över 6 på de flesta undersökta stationer. Alkaliniteten uppvisade större differens mellan olika stationer och vattendrag. I de okalkade vattendragen hade 42% av stationerna alkalinitet över 0.25 mekv/l.

Vid vinterstudien av alkalinitet och pH i förhållande till vattenflödet uppvisade vattendragen ett snabbt och linjärt avtagande av alkaliniteten i proportion till ökat vattenflöde (figur 1). pH uppvisade inte lika stort beroende men sjönk med ökat vattenflöde.

I den nykalkade Kungsbackaån visade alkaliniteten inget samband med vattenflödet på en undersökt station omedelbart nedströms den kalkade V. Ingsjön.

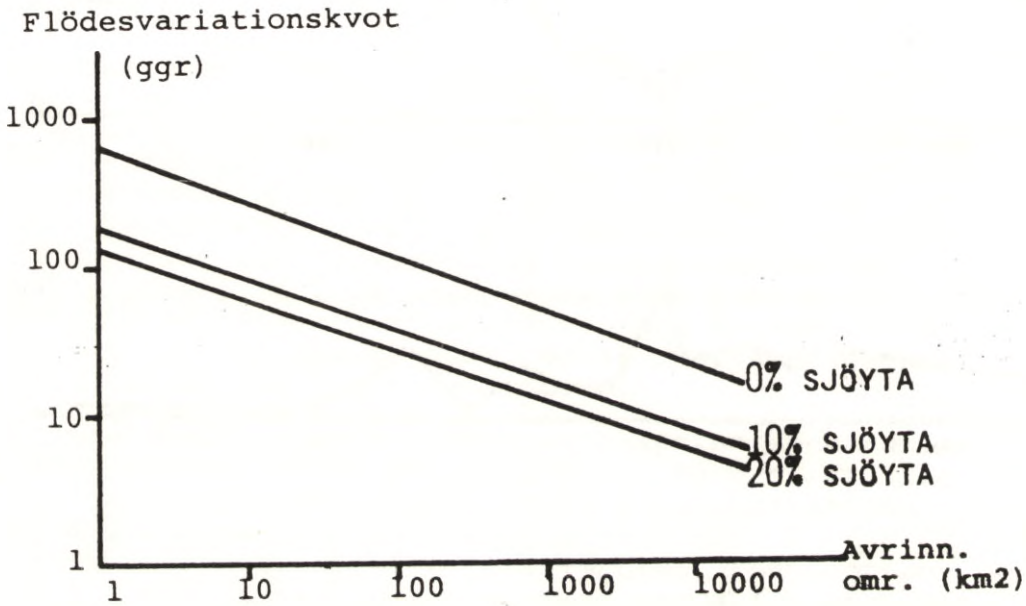
Jämförelse gjordes mellan sommar- och vinterförhållanden. En station som vintertid saknade alkalinitet och hade lågt pH hade sommartid åter en god alkalinitet (0.17 mekv/l) och ett bra pH.



Figur 1. Alkalinitet, vattenföring och nederbörd för tre undersökta stationer i Jörlandaån perioden 1983-11-29 - 1984-03-09. Perioder med plusgrader markerade med mörkskuggat fält i nederbördsdiagrammet. Stationerna belägna 9 km (nr 1), 5.5 km (nr 2) samt 4.5 km från mynningen i havet (nr 3).

Liknande stora variationer förekom på flera stationer. Således understryker detta svårigheten att med ett enstaka vattenprov taget under goda förhållanden sommartid avgöra om ett vattendragsavsnitt utsätts för lågt pH vid stor vattenföring. En viss hjälp kan man dock få om man studerar flödesvariationerna i vattendraget. Stor flödesvariation innebär stor risk att alkaliniteten vintertid-vår späds ut så att låg alkalinitet och lågt pH uppträder. I figur 2 har flödesvariationskvoten, dvs förhållandet mellan maxmedelflöde och minmedelflöde, under ett normalår avsatts mot avrinningsområdets storlek och andelen sjöyta. I små vattendrag med liten andel sjöar kan flödesvariationen ett normalår uppgå till 600 gånger.

Som en slutsats av de vattenkemiska studierna kan sägas att alkaliniteten i mindre vattendrag vinter -vår kan spädas av tillrinnande vatten i den omfattningen att en alkalinitet under 0.25 mekv/l på sommaren (under bästa tid) kan motsvara en alkalinitet kring 0, och därmed risk för lågt pH, vintertid.

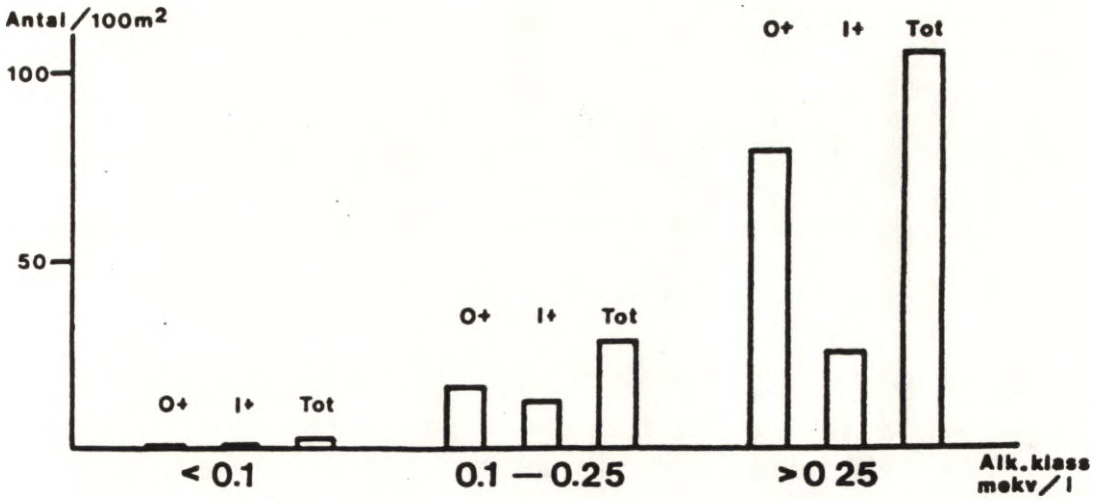


Figur 2. **Logaritmiskt förhållande mellan flödesvariationskvot, dvs medelmaxflöde/medelminflöde, och avrinningsområdets storlek vid olika andel sjöyta.** Förhållandet gäller för södra Sverige. Grunddata från SMHI.

ELFISKEN

Elfiskestudien sommaren 1983 visade att beståndstätheten av laxfiskungar (0+ och 1+ av såväl lax som öring) var signifikant högre på stationer med sommaralkalinitet över 0.25 mekv/l, än på stationer med lägre alkalinitet (figur 3). Stationer med alkalinitet över 0.25 mekv/l hade i medeltal 106 laxfiskungar per 100 m2.

Endast ett fåtal stationer hade sommar-pH under 6. På dessa stationer var beståndstätheten av laxfiskungar 0.2 - 4 per 100 m2, medan stationer med pH över 6 hade 62 ungar per 100 m2. Även tätheten av ål var signifikant högre på stationer med alkalinitet över 0.25 mekv/l - i medeltal 5.2 ålar per 100 m2 jämfört med 1.7 på stationer med lägre alkalinitet.



Figur 3. Beräknad täthet av lax- och havsöringungar (0+ och 1+) per 100 m2 på hårdbottenstationer där laxfisk påträffades. Fördelat på tre olika alkalinitetsklasser.

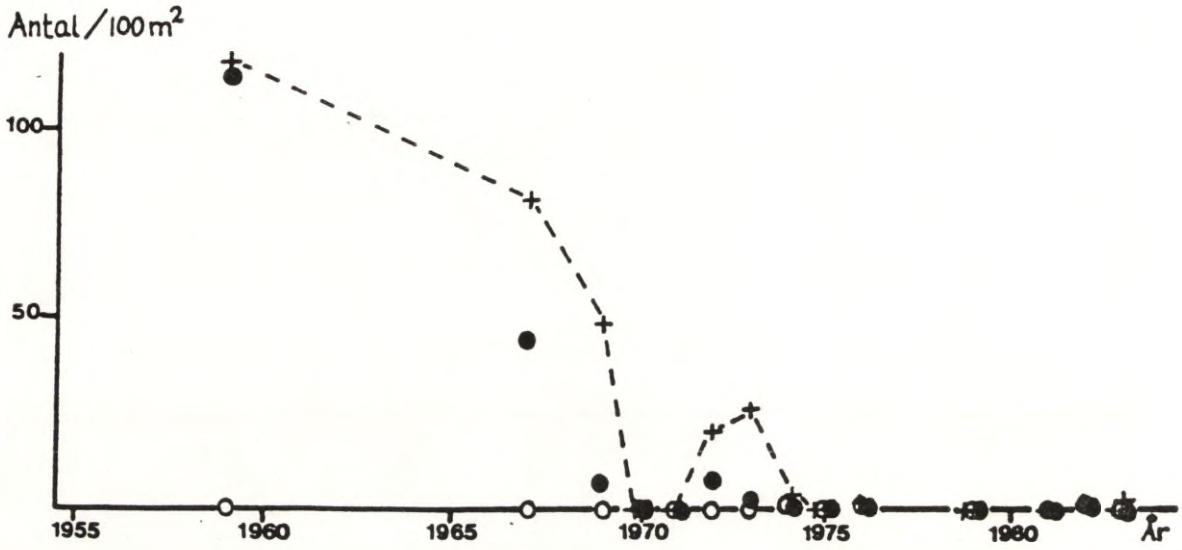
Sammanställning av tidigare elfisken under perioden 1955-1984 visade att beståndstäthetterna av lax- och öringungar minskat i mindre vattendrag, medan vattendrag med stora avrinningsområden - >1000 km2 - haft mer eller mindre oförändrade bestånd under perioden. De undersökta stationerna är, liksom i studien år 1983, belägna nedom marina gränsen.
I de mindre vattendragen var de minskade bestånden korrelerade med minskad alkalinitet, medan andra faktorer som fisketryck, konkurrens, fysisk miljö, näringsförhållanden med mera inte förändrats i motsvarande grad.

Som exempel på ett vattendrag som försurats kraftigt under perioden kan nämnas Fylleån - där en tidigare beståndstäthet av lax på över 100 laxungar per 100 m2 minskat till en hundradel (figur 4).

Sammanställningen av elfisken utförda på "goda" hårdbottenstationer indikerar att beståndstätheten av lax- och öringungar (0+ och 1+) sammantaget bör överstiga 100 per 100 m2. Denna täthet förelåg också på stationer med hög alkalinitet, men stora vattendragsavsnitt hade lägre tätheter och dessa bestånd torde vara skadade av försurningen.

DISKUSSION - HUR PÅVERKAR FÖRSURNINGEN BESTÅNDEN?

Då pH enligt vinterstudien endast under kortare tid var kring och under 5 i avsnitt med skadade bestånd tycks inte pH direkt vara den viktigaste orsaken till de låga tätheterna av lax, havsöring och ål utan troligen orsakas detta av aluminiumförgiftningar i pH-intervallet 5-5.5. Till del kan för lax och havsöring försämrad kläckning av rom bidra. För ål föreligger möjligheten att ål undviker försurade och näringsfattiga vattendrag och därmed förekommer i mindre utsträckning i dessa.



Figur 4. Beräknad täthet av lax- och öringungar (0+ och 1+) per 100 m2 vid stationen Tolarp i Fylleån 1959-1983.

+ avser totalt, ● avser 0+ av lax, o avser 0+ av öring.

* SLUTSATS *

Även i välbuffrad mark på västkusten är laxfisk- och ålpopulationerna mindre än de potentiellt möjliga på grund av försurningen. Kalkningsinsatser, och i viss mån andra fiskevårdande åtgärder, torde kunna öka fiskproduktionen väsentligt.

LITTERATUR:

Degerman,E.,Fogelgren,J.-E.,Tengelin,B.,Thörnelöf,E.,1984. Förekomst och täthet av havsöring, lax och ål i försurade mindre vattendrag på svenska västkusten. (English summary: Occurrence of Brown trout, Atlantic salmon and Eel in relation to acidification in small watercourses on the west coast of Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet (under tryckning).

Diskussion

Inge Lundh: Är det skillnad i sammansättning av 0+ och 1+ fiskar på stationer med hög och låg alkalinitet?

Svar: Nej, inget sådant mönster har observerats.

Per Olsén: Fisktätheten på olika lokaler, berodde den på pH eller näringsgrad? Kan den inte varit beroende av andra faktorer som vegetationstäckning?

Svar: Vi har bara kunnat relatera fisktäthet till pH.

3. PANELDEBATT

Per Erik Sandberg: Under sommaren har jag gjort en del oförberedda kalkningskontroller. Det har då bl a framkommit brister i utrustning. I vissa fall medför det att kalkningen inte sker planenligt. Ex. En strandzonskalkning utförs över 2-3 m djup i stället för vid strandzonen,kalk med 8-9 % vatten används.

Det finns anledning att se över kontrollen. Följande bör beaktas:

- entreprenören bör ha utrustning så han kan sprida enligt spridningsplan
- specificera kontrollen
- aktivera lokala fiskevårdsorganisationer: i kontrollarbetet
- pressad ekonomi gör att slarv kan ske vid spridningen
- orealistiska skrivbordsplaner kan försvåra genomförandet
- regelbundna kalkkontroller bör ske
- ställ krav på utförandet

Bo Bengtsson: Angående Sandbergs inlägg så rekommenderar vi i råd och riktlinjer nr 2 att en kontrollant utses. Länsstyrelsen bör i sina beslut föreskriva om att en kontrollant utses.

Jan-Erling Larsson: Det är på gång ett projekt angående kalkkvalitékontroll. Målet är en manual samt att vissa lantbrukskemiska stationer är auktoriserade.

Axel Wenblad: Problem med siktkurvor. Det kan uppstå problem vid tolkningen av siktkurvor.

Ivar Sundvisson: Det har varit en del diskussion om kostnader i kalkningssammanhang. Mesan, som är en billig produkt, produceras i 1000-tals ton per år. Det är viktigt att man försöker få fram en vettig hantering för mesan. Vi bör även på andra vis arbeta vidare med alternativa metoder.

William Dickson: Självklart skall vi använda ren mesa. Iggesund utvecklar en ny spridningsmetod.

Fiskenämndsrepresentant: Finns det något hinder mot att en del administrationspengar till länsstyrelser överförs till fiskenämnder? Vi arbetar en hel del med informationsfrågor etc på länen.

Bo Bengtsson: Svår fråga att besvara. Länsstyrelsen har det regionala ansvaret för planering etc. En personlig tolkning är att det skulle förvåna om man motsätter sig att fiskenämnden debiterar en och annan reseräkning.

Axel Wenblad: Självklart skall vi hjälpa till om fiskenämnden har problem.

Karl-Erik Isaksson: Redogjorde för uppläggning av ett försök med olivin.

Anders Wilander: Finns det några indikationer på att pH stiger?

Karl-Erik Isaksson: Vi har inte haft några flödestoppar. Svårt att säga något ännu.

Birger Ahlmér: Vi har en sjö i länet där kvicksilverhalten i gädda ligger på 1,3 mg/l. Sjön är 700-800 ha, pH 7.0-7.2, alk 0.12-0.15, jordbruk saknas, två nedlagda kvarnar finns, inget direkt Hg-utsläpp. Dessutom har angränsande sjöar låga halter. Var skall man leta efter orsaken till de höga halterna?

Kjell Johansson: Inget ovanligt fall. Det ligger inom nuvarande variationsbredd.

Björn Theorin: Man får ca 30% nedgång i Hg-halten efter kalkning. Är nedgången större i sura sjöar?

Kjell Johansson: Ja, om vi har sura sjöar och skador på det biologiska systemet.

Per Olsén: Om minskningen i Hg-halt beror på att det finns mört kvar så är det väl ingen idé att kalka om mörten försvunnit?

Kjell Johansson: Nej, man kan inte hårddra det så. Kvicksilveromvandling etc påverkar.

Anders Wilander: Man hävdar att Hg kommer från luftspridning och "betning". Ursprungligen kommer ju Hg från marken. Kan inte detta vara en förklaring till de regionala skillnader man ser?

Kjell Johansson: Nej, detta kan avfärdas. Variationerna i berg- och jordartssammansättning är inte så stora i Sverige.

Staffan Holmgren: I Storsjön har man höga Hg-halter. Dessa måste bero på mineralisering då man har lika höga halter i hela sedimentprofilen.

Kjell Johansson: Det får jag läsa på. Känner inte riktigt till fallet.

Sune Sander: Kommer SNV-FS att ta någon ståndpunkt när det gäller kalkning av rinnande vatten?

Jan-Erling Larsson: Fiskeristyrelsens råd och riktlinjer gäller ännu. Fram till dess nya allmänna råd utfärdas kommer vi att ge ut en del pm av samma typ som "upplösningseposet". Nya allmänna råd kommer förmodligen under 1985.

Erland Stake: Varför kalkar vi egentligen? För vem? Sportfiskarna? Fiskevattensägarna? Barn bor idag till 80% i städer. När man ber dem teckna en skog så ritar de en stadsbild. Kommer kommande beslutsfattare att vara intresserade av att 100 miljoner läggs till kalkning? Vi har ca 100 000 aktiva sportfiskare. Kommer kommunerna att satsa 15% för dessa grupper.

William Dickson: Vi kalkar för att köpa oss lite frist. Pengarna kommer naturen tillgodo. Försurningsförloppet är smygande. Vi måste värna om kommande generationer.

4. GRUPPARBETEN

Under konferensen har följande grupparbetsuppgifter behandlats.

Nr	Grupparbetsuppgift	Inledare
1	Referenssjöar, Riktlinjer för skydd	Carl-Erik Johansson
2	Fiskevård i sura och kalkade vatten	Per Nyberg Magnus Appelberg
3	Länsplaneringen, prioriteringar m m	Bo Bengtsson
4	Regionala myndigheter - bidragstagare	Eva Thörnelöf
5	Dosberäkningar och kalkningsmetodik	William Dickson

4.1 GRUPPARBETE NR 1

REFERENSSJÖAR - RIKTLINJER FÖR SKYDD

INLEDARE: CARL-ERIK JOHANSSON, Statens naturvårdsverk, Solna

ÖVRIGA: Thorsten Ahl, Statens naturvårdsverk, Uppsala
Lars Möller, Länsstyrelsen i Blekinge län
Karl-Erik Isaksson, Länsstyrelsen i Västerbottens län
Jan-Åke Johansson, " i Gävleborgs län
Leif Karlsson, " i Kronobergs län
Inge Lund, Fiskenämnden i Göteborgs och Bohus län
Arnold Nauwerck, Länsstyrelsen i Norrbottens län
Sune Sander, Fiskenämnden i Älvsborgs län
Thorbjörn Sjöström, Fiskenämnden i Örebro län
Anders Tägtström, Fiskenämnden i Kopparbergs län
Anders Wilander, Statens naturvårdsverk, Uppsala
Jan-Erling Larsson, Statens naturvårdsverk, Solna
Kjell Johansson, Statens naturvårdsverk, Solna
Lars-Åke Lindberg, Sveriges Fiskevattenägareförbund

Justering av riktlinjer för skydd av referenssjöar

SNV:s förslag till riktlinjer 1984-10-23 godtogs med följande ändringar:

S 1, st 2, r 5: (+) Urval och säkerställande skall ske i samarbete mellan länsstyrelsen, fiskenämnden, naturvårdsverket och fiskeristyrelsen.

S 2, st 2, r 3: (+) Härvid kan fiskenämnden ge betydelsefull information.

S 2, st 2, r 9, (+) Naturvårdsverket ger inte bidrag till sådana referensobjekt.

S 3: Avsnitt C.b) omarbetas med hänsyn till allmänt gällande bestämmelser enligt SKSFS m fl författningar. Avsnitt D.c) och Bilaga 4 ändras i konsekvens härmed.

S 4: Avsnitt C, sista stycket kan lyda: Det bör vara möjligt att reglera kalavverkning, markberedning och andra arbetsföretag som kan påverka vattenkvaliteten genom informella kontakter mellan länsstyrelsen, skogsvårdsstyrelsen och markägare.

S 4. D. Former för skyddet, r 5:(+) vid val av skyddsform bör gemensam överläggning ske mellan länsstyrelsen, fiskenämnden, vatten- och markägare samt fiskevattenägarnas länsförbund.

S 6, b) r 4: (+) Äganderättsutredning initieras av länsstyrelsen i samråd med fiskenämnden och betalas av länsstyrelsen.

S 6, C. Form och innehåll för skydd av tillrinningsområdet utreds närmare i konsekvens med omarbetning av C.b).

Bilaga 2 och 3: Restriktioner formuleras enligt C.a).

Bilaga 4 omarbetas i konsekvens med C.b) och D.c).

Bilaga 5, s 1, sista meningen bör lyda: I de fall där avsevärt försvårande av pågående mark- och vattenanvändning uppkommer skall skälig ersättning ges.

Allmänt

En översiktlig sammanställning av kostnaderna för säkerställande av referensobjekt utförs snarast.

Medel tilldelas länsstyrelserna ur kalkningsanslaget enligt samma procedur som för bildande av naturreservat.

4.2 GRUPPARBETE NR 2

FISKEVÅRD I SURA OCH KALKADE VATTEN

INLEDARE: PER NYBERG, Fiskeristyrelsen, Sötvattenslaboratoriet
MAGNUS APPELBERG, Uppsala universitet, limnologiska inst

ÖVRIGA: Birger Almer, Fiskenämnden i Jönköpings län
Olle Bergfors, Sveriges sportfiske- och fiskevårdsförb.
Hans Berggren, Länsstyrelsen i Kristianstads län
Eva Grundelius, Sveriges fiskevattenägarförbund
Ragne Gydemo, Fiskenämnden i Västerbottens län
Atle Hindar, Norska kalkningsprojektet, Arendal
Bo Johansson, Fiskenämnden i Blekinge län
Dag Matzow, Norska kalkningsprojektet
Hans-Kristian Molander, Fiskenämnden i Kalmar län
Jan Olofsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län
Göran Pettersson, Länsstyrelsen i Värmlands län
Jarl Svahn, Fiskenämnden i Skaraborgs län
Peter Blomqvist, Uppsala universitet, limnologiska inst.
Olof Lessmark, Fiskeristyrelsen, fiskevårdsbyrån
Pär-Erik Lingdell, Limnodata
Håkan Olsson, Uppsala universitet, limnologiska inst.

Det finns naturligt sura vatten, vilka i stort är brunvattensjöar. Dessa omfattas ej i fortsättningen och bör ej heller kalkas.

Klarvattensjöar som är försurade kan indelas i två grupper gravt försurade och måttligt försurade (dvs ekosystemet till stora delar intakt). Dessa sjötyper ska kalkas och vi har idag möjlighet att kalka alla, utom de som avsätts som referenssjöar.

Länsstyrelserna tillstyrker idag kalkningsbidrag till sjöar som har en alkalinitet under 0.05 mekv/l. Här ingår alltså även naturligt sura vatten. Detta måste anses vara en brist.

Kalkningen är en förutsättning för att annan fiskevård ska kunna bedrivas i försurade vatten. I gruppen gravt skadade sjöar är enbart kalkning en otillräcklig åtgärd för att sjöarna ska kunna återfå sin naturliga status. Detta gäller i viss mån även i gruppen måttligt försurade vatten. Där blir alltså ytterligare fiske- och/eller biotopvårdsåtgärder nödvändiga.

Åtgärder som kan bli aktuella omfattar bl a återintroduktion av arter som tidigare funnits eller på goda grunder kan antas ha funnits, riktat fiske för att undanröja obalans som uppkommit som en effekt av kalkningen, gödning för att återställa förlorad näringsstatus och introduktion av andra arter än de som tidigare funnits (ex öring eller kräftor). Det slogs fast att varje sjö är unik och att typer av åtgärd skall skräddarsys för varje objekt.

Det fanns inom gruppen väsentligt skilda uppfattningar om hur långt de fiskevårdande åtgärderna i en kalkad sjö kan utsträckas. Alla var dock överens om att beslut om vilka åtgärder och i vilka sjöar dessa får utföras, skulle fattas av referensgruppen för kalkningsfrågor inom länet i samråd med berörda myndigheter. Representanter för lokala myndigheter ansåg ej att någon prioritering av objekt utöver referenssjöarna var nödvändig redan i nuläget.

Representanter för organisationerna menade att en sådan prioritering skulle vara av utomordentligt stort värde för att undvika konflikter mellan bevarande- och nyttjandeintressen.

Dessutom konstaterades

- att kräftor troligen kräver ytterligare åtgärder utöver kalkning för att ge bra avkastning,
- att sjöns egna organismer ska användas i första hand vid förstärkningsinplantering, om dessa är utslagna tas material från närliggande vatten. Stor hänsyn ska tas till lokala stammar.
- att endast i put and takevatten där bestånden ej reproducerar sig kan valet vara mindre viktigt.
- att vattenägare/arrendator har ansvaret för fiskevårdens praktiska genomförande. Här föreligger ett stort utbildningsbehov samt stort behov av råd och riktlinjer från fiskeforskningen t ex av den typ som SÖ-lab tagit fram om små rinnande vatten och kräftor.
- att finansiering av fiskevårdsåtgärder kan ske via fiskevårdsbidraget samt sannolikt även genom att 3 % av kalkningsbidraget överförs till fiskevård . Detta tillskott bör administreras som fiskevårdsbidraget.

- att fiskevårdsbidraget ej omfattar medel för uppföljning av åtgärder.
- att uppföljning av olika åtgärder är nödvändig och bör genomföras noggrant på ett begränsat antal objekt. Denna uppföljning bör utföras av SÖ-lab vars utvärdering sedan kan ligga till grund för nya riktlinjer. På detta sätt utvecklas fiskevården.

Diskussion

Inge Lund: När kan riktat fiske vara en lämplig fiskevårdsåtgärd?

Per Nyberg: T ex när man vill gynna kräftor kan man rikta fisket på abborre.

Björn Theorin: Näringsberäkning är bra fiskevårdsåtgärd. Gös och kräftor far bra av gödning.

Inlägg: I Nedsjön har efter kalkning mört ökat kraftigt och röding minskat. Nu måste vi rikta fisket mot mört.

J-E Larsson: Vad är vettig trofinivå - mesotrofi? Kommer kalkning - gödsling - fiskutsättning att bli framtida fiskevårdsåtgärder? Kalkningen är den största vattenvårdsåtgärden som gjorts i detta land.

Arnold Nauwerck: Vi har försökt få ordning på gödsling men det finns inga möjligheter att komma åt den om det görs i fiskevårdande syfte.

Björn Theorin: Sjöar bör restaureras tillbaka till naturlig mesotrofi och därmed forna tiders höga fiskavkastning.

Thorsten Ahl: Jag kan tänka mig ett generellt procentuellt påslag på närsalttillförseln efter fiskevårdens önskemål.

Prioritering:

Inlägg: Vi ska ej kalka sjöar till högre än naturlig alkalinitet. Men hur vet vi den naturliga alkaliniteten?

Thorsten Ahl: Ca-halten bör kunna tjäna som bakgrund för naturlig alkalinitet.

Erland Stake: Vi har fått ett ökat Ca-läckage på grund av försurning. Kan Thorstens idé tillämpas?

Thorsten Ahl: Ja, det finns samband mellan alkalinitet och kalciumhalt i gammalt material och i påverkat eller lite påverkat vatten. Man kan anta detta anger den naturliga kvoten.

4.3 GRUPPARBETE NR 3

LÄNSPLANERING - PRIORITERINGAR M M

INLEDARE: BO BENGTSSON, Fiskeristyrelsen, fiskevårdsbyrån

ÖVRIGA: Brodde Almer, Fiskenämnden i Hallands län
Göran Janzon, Länsstyrelsen i Örebro län
Jan-Olof Jönsson, Fiskenämnden i Jämtlands län
Örjan Karlsson, Länsstyrelsen i Västmanlands län
Östen Karlström, Fiskeriintendenten i övre norra distriktet
Per Olsen, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län
Erland Stake, Länsstyrelsen i Värmlands län
Maj Stube, Fiskeriintendenten i mellersta distriktet
Torbjörn Svensson, Länsstyrelsen i Stockholms län
Yngve Ungsgård, Fiskenämnden i Stockholms län
Per Ålind, Länsstyrelsen i Kalmar län
Axel Wenblad, Länsstyrelsen i Älvsborgs län
Erik Degerman, Fiskeristyrelsen, Sötvattenslaboratoriet
Karl Sundt, Länsstyrelsen i Kopparbergs län
Ilkka Isotalo, Vattenstyrelsen, Finland

Under de år som gått sedan kalkningsverksamheten startade med statligt stöd (1977) har flera viktiga steg tagits

x S k försöksverksamhet har ersatts av insatser i full skala.

Budgeten ökad från 23 Mkr 1981/82 till ca 75 Mkr 1984/85.

x Bidragsgivningen har decentralicerats.

Hur de . . anvisade medlen används blir helt en fråga vilka regionala prioriteringar som görs.
Det är dock rimligtvis av stort värde att de bedömningar som projektgruppen för sjökalkning gör vid upprättandet av förslaget till länsvisa ramar står i samklang med medlens regionala disposition.

Projektgruppens kriterier är

- försurningsgraden
- förekomsten av skyddsvärd biologi
- vattnens nyttjandegrad
- svartlistade vatten, dricksvattentäkter och badvatten diskrimineras ej.

För att nå harmonisering mellan regional och central prioritering vore det av värde att arbetsgruppen närmare penetrerade följande frågeställningar:

A. KRITERIER

1. Vilka kriterier för åtgärd vinner gehör på kommunal nivå?

2. Vilka åtgärdskriterier gäller/bör gälla på länsstyrelsenivå?

3. Är de av projektgruppen använda kriterierna lämpliga? Finns andra?

   Rangordna de fem - tyngsta argumenten Ni kan finna för det länsvisa rambeloppet.

3.1 Hur bör försurningsgraden anges?

3.2 Vad är skyddsvärd biologi? - Skyddsvärda arter?

3.3 Definiera nyttjandegrad.

Finns anledning att väga in bevarandet/skyddet?

Hur?

Kriterier och gruppens kommentarer:

- Försurningsgraden
  Det är fel att använda ytan nederbördsområden med A'< 0.1 som viktigaste graderingsgrund för pengarna.

- Förekomst av skyddsvärd biologi
  Hotade bestånd av havsvandrande lax, öring och andra skyddsvärda arter som flodpärlmussla, flodkräfta, etc bör vara viktigaste kalkningsmotivet och pengafördelningsgrund!

- Vattnens nyttjandegrad
  Vattnens värde för människans nyttjande skall väga tungt som t ex närhet till tätorter, rekreationsvärde, betydelse som vattentäkt, bad, bot för kvicksilver i fisk m m. Döda sjöar långt borta kan lämnas åt sitt öde. Skydda därför sjöar/vattendrag som ej bedöms bli försurade inom överskådlig tid.

- Svartlistade vatten, dricksvattentäkter och badvatten diskrimineras ej
  Meningen stryks och ingår i ovanstående kriterium.

A. KRITERIER

A1	Alla/de flesta kriterier vinner gehör på kommunal nivå.
A2.1	Skyddsvärda organismer
A2.2	Vatten med låg alkalinitet
A3	Ja
A3.1	Som alkalinitet
A3.2	Se ovan
A3.3	"

Exempel på kriterier för klassning av vatten (sjöar) med hänsyn till behovet av åtgärder mot försurning (Från länsstyrelsen/ fiskenämnden i Kronobergs län)

1. Försurningskänslighet mekv/l
2. Sjöareal km^2
3. Naturvårdsplan/-klasser
4. Råvattentäkt
5. Bad och annan rekreation
6. Fiske (klassning enligt FRP)

Andra parametrar som diskuterats och/eller använts vid klassning är

Trofigrad

Artsammansättning (fisk)

Fiskeförhållanden (fisk)

Yrkesfiske
Fritidsfiske
Närfiske
Upplåtelse
Vildmarkskaraktär
Service
Fiskevård

Föroreningssituation

Produktivitet

Frågan om kriterier för 100 % statsbidrag bör ägnas särskilt intresse.

Frågan om 100 % bidrag

En klar handlingslinje efterlyses. I dag sker ett oacceptabelt godtycke särskilt beträffande kalkning i små vattendrag med havsvandrande lax och öring. Låt alla få 100 % bidrag med vissa väl underbyggda motiv för avslag!

B. PLANERING

Vilket underlag behövs?

Vem tar fram det?

Hur görs resultatet av planeringsinsatserna känt?

Hur får man ett positivt mottagande av sitt planförslag?

B. PLANERING

B1 Biologiska och hydrologiska data behövs, vattenkemi finns i allmänhet.

B2 Länsstyrelsen ansvarar för biologi och kemi, fiskenämnden för fiskarna.

B3 "Smygs" in i andra publikationer från Lst, ut med utskick från fn, sida i tidskrifter "kalkning i försurade vatten", etc

B4 Ja

C. ERFARENHETER 1982-1984 av

x Av den länsvisa planeringen

x Bidragsgivningen

x Använda kriterier

C Varje län som representerades i gruppen redogjorde för sina erfarenheter. En muntlig redogörelse lämnas vid slutgenomgången.

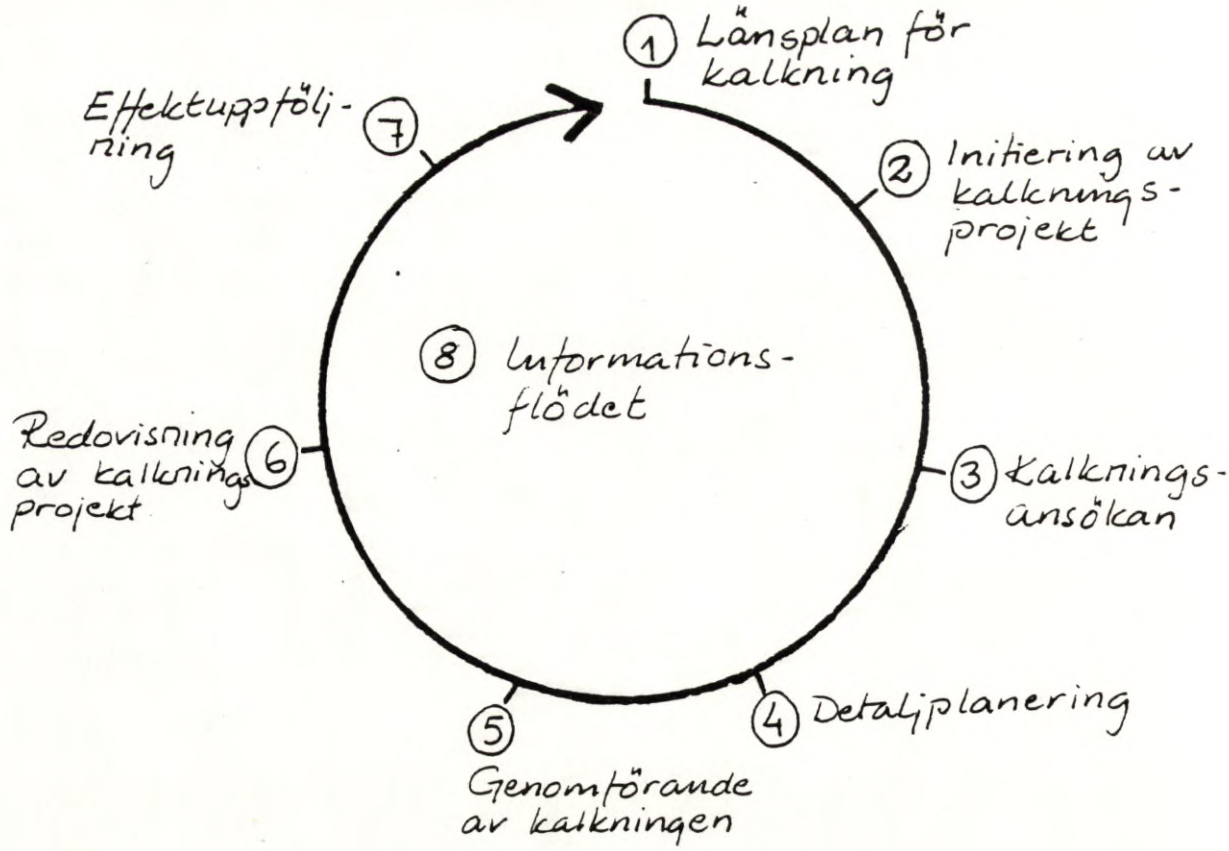
4.4 GRUPPARBETE NR 4

REGIONALA MYNDIGHETER - BIDRAGSTAGARE

INLEDARE: EVA THÖRNELÖF, Statens naturvårdsverk, Solna

ÖVRIGA: Jesper Forsman, Fiskenämnden i Gävleborgs län
Adam Gönzi, Fiskeriintendenten i nedre norra distriktet
Thore Jacobs, Länsstyrelsen i Kopparbergs län
Arne Johlander, Fiskeriintendenten i nedre södra distriktet
Martin Eriksson, Domänverket i Växjö
Eva Melander, Svenska kommunförbundet
Dag Nilsson, Fiskenämnden i Norrbottens län
Bror Olsson, Fiskenämnden i Södermanlands län
Vincent Rolandsson, Länsstyrelsen i Älvsborgs län
Per-Arne Hedlund, SNV, Solna
Ivar Sundvisson, Fiskenämnden i Västernorrlands län
Axel Bäck, Leksands kommun
Elisabeth Dahl, Göteborgsregionens Kommunalförbund
Anders Bogelius, Fiskeristyrelsen, Fiskevårdsbyrån
Brit Veie-Rosvoll, Direktoratet for vilt och ferskvannsfisk, Norge
Georg Moberg, SNV, Solna
Leif Lettesjö, Fiskenämnden i Älvsborgs län

Förslag till diskussionspunkter:



1. LÄNSPLAN FÖR KALKNING

NULÄGET:

-Vem gör underlaget till länsplanen?
(Kommunerna, LS, FN, konsult,..)

Kommunerna, Kommunförbundet, Fiskenämnden,

Länsstyrelsen.

-Vilka ges möjlighet att lämna synpunkter på länsplanen? hur?
(Remiss, referensgrupp, ..)

Rådgivande gruppen.

Där ingår representanter för:

Fiskesammanslutningar, naturvårdskretsar, kommuner.

2. INITIERING AV ENSKILDA KALKNINGSPROJEKT

NULÄGET:

-Vem initierar projekten?
(Bidragstagaren, LS, FN, ..)

Kommunerna och fiskesammanslutningar.

I vissa fall även fiskenämnderna.

-Försöker man få igång de projekt som står i tur enligt länsplanen, eller blir det de projekt där någon är villig att söka?

Ja.

3. KALKNINGSANSÖKAN

NULÄGET:

-Vem står för underlaget i kalkningsansökan?
(Bidragstagaren, kommunalförbund, konsult, FN, fi.int, LS..)

Länsstyrelse, kommun, fiskenämnd.

-Hur många ansökningsomgångar förekommer per år?

Varierar 1-2 gånger, tiden för ansökan har anpassats till länens "geografiska läge" och omständigheter i övrigt. Enligt arbetsgruppens mening bör endast ett ansökningstillfälle per år förekomma.

-Vem blir vanligen bidragstagare?

Huvudsakligen kommuner, i en del fall fiskevårdsområden, större fiskevattenägare ex Dv eller motsvarande.

-Gör det någon skillnad för regionala myndigheter vem som blir bidragstagare?

Nej. Undantag förekommer dock i vissa län.

-Ges besked från LS om beviljande/avslag i tillräckligt lång tid före tänkt projektstart?

Ja.

-Innebär den "nya momsen" problem? Är alla informerade?

Övergången från gammalt till nytt projekt vållar problem, men numera tas den med vid ansökningstillfället, bokas in i kalkylen.

4. DETALJPLANERING

NULÄGET:

-Vem gör detaljplanerna? Föreslår LS/FN lämplig (Ekonomisk/ekologisk) kalkningsstrategi?

Kommunerna (miljö- och hälsoskyddsnämnderna) upprättar efter konsultationer en detaljplan till länsstyrelsen. Länsstyrelserna bör göra bedömning om detaljplan behövs för mindre kalkningsprojekt.

-Vad kontrollerar LS i detaljplanerna? Hinner LS kontrollera i den utsträckning man önskar?

(Kontrolleras dosberäkningar, ekonomiska beräkningar, arealer, volymer, spridningsplan? ändras kalkningsstrategi?)

Detaljerna har ofta diskuterats mellan kommunen och länsstyrelsen innan planen upprättats. I övrigt kontrollerar länsstyrelsen detaljerna i planen.

-Behövs/söks bygglov för doserare? Vem ordnar? Hur lång tid tar det? Upprättas nyttjanderättsavtal för kalkningsanläggningar med berörda markägare? vem ordnar detta? Regional samordning?

Byggnadslov krävs för doserare. Vägverket bör vidtalas. Nyttjanderättsavtal bör träffas med berörda markägare. Prövning bör ske enligt vattenlagen. Vid byggande i vatten.

5. GENOMFÖRANDE AV KALKNING

NULÄGET:

-Anbudsförfarandet, ex: får entreprenören tillräckligt med tid för att besiktiga projekten?

Entreprenören får för kort tid på sig för att besiktiga projekten.

Rekommendera entreprenören att titta på projekten i god tid. För att kunna planera projektet.

Ur entreprenörens synpunkt är det bra att få tillräckligt med tid på sig för att kunna planera ev flera projekt inom samma område.

-Upphandling, föreligger problem med formulering av avtal?

Avtalsförslag finns, se fiskeristyrelsens anvisningar.

-Hur och i vilken omfattning sker kontroll av kvantitet, kvalitet samt av att spridningsplanen följs? Vem utför kontrollen? Behöver kontrollen öka?

Av avtalet skall framgå vilka kontroller som kan komma ifråga.

Ex. Vägning av bil före och efter kalktömning.

Kontroll av CaO-halt, följesedlar m m.

En förutsättning härför är att begärda medel anslås för kontrollverksamheten.

6. REDOVISNING AV KALKNINGSPROJEKT

NULÄGET:

-Hur fungerar redovisningen - från Bidragstagaren till LS och vidare till SNV? FN´s ansvar?

(dels för ekonomi)

(dels för kalkningsdata - när,var, hur, fraktion ...)

Enligt uppgift lämnas från bidragstagaren en årlig redogörelse på frågeformulär från Länsstyrelsen.

Vid projektets slut; slutredovisning.

För övrigt utgör redovisningen inga problem.

Länsstyrelsen rapporterar vidare till SNV.

Fiskenämnden skall ej åläggas ansvar i redovisningen.

7. EFFEKTUPPFÖLJNING

NULÄGET:

-Vem utför effektuppföljningen? Sker ett samarbete mellan olika instanser?

Sammanfattning:

Viktigt att i effektuppföljningen kan ingå - i vissa fall - andra parametrar än minimiprogr. (= kem-data).

Mycket av kalkningarna för fiskbeståndens skull - därför effektkontroll på t ex syreförhållanden (humösa sjöar).

Även biologisk uppföljning t ex olika typer av provfiske.

Ett länsansvar också m a p dyl kontroller på fiskenämnden - där pengar söks för vissa projekt.

- Detta utöver den centrala uppföljningen (Sö-lab + SNV)

-Får bidragstagaren(kontinuerligt/via årsredovisning/endast efter kontakt)ta del av resultatet?

Ja.

8. INFORMATIONSFLÖDET

NULÄGET:

-Från SNV/FS : SNV PM, FS meddelande
Råd & Riktlinjer
INKA-blad
Utskick ur kalkningsregistret.
Inf. fr. sötvattenslab.,Drottningholm.
"Kalkdagar"-konferensen i Dals-Ed (o. Tällberg)
Provfiskedata/Vattenkemidata som central myndig. gör
Miljöaktuellt

m.m. ....

Naturvårdsverk och centrala myndigheter i övrigt redovisar inte sin verksamhet för myndigheter och organisationer på regional och lokal nivå.

-Mellan LS o FN:

-Från LS/FN till Bidragstagare : Informationsmöten
Tidningsannonser
PM, inf.skrifter

Bidragstagaren får sällan information från länsstyrelsen om aktuella provtagningsresultat.

-Bidragstagaren till LS/FN : Redovisningar skriftligt/muntligt
Redovisning i fält

Inrapportering av analysresultat avseende fiskeristyrelse-kalkningar kommer sällan länstyrelsen tillhanda.

4.5 GRUPPARBETE NR 5

DOSBERÄKNINGAR OCH KALKNINGSMETODIK

INLEDARE: WILLIAM DICKSON, Statens naturvårdsverk, Solna

ÖVRIGA: Birgitta Eklund, Länsstyrelsen i Kristianstads län
Leif Göthe, Länsstyrelsen i Västernorrlands län
Maria Hansson, Fiskeristyrelsen, Sötvattenslaboratoriet
Staffan Holmgren, Länsstyrelsen i Jämtlands län
Mats Johansson, Länsstyrelsen i Skaraborgs län
Ulf Juvel, Svenska Kalkföreningen
Sture Larsson, Länsstyrelsen i Södermanlands län
Odd Skogheim, Fiskeridirektoratet, Norge
Björn Theorin, Fiskenämnden i Kronobergs län
Christina Bernerus, Fiskeristyrelsen, fiskevårdsbyrån
Bengt Hasselroth, IVL, Göteborg
Ingemar Holmström, SMHI
Gunnar Jacks, KTH
Henrik Tideström, Scandiaconsult
Lisbeth Nilsson, Länsstyrelsen i Hallands län
Per-Erik Sandberg, Fiskevattenägareförbundet

Dosberäkningarna i råd och anvisningar är uppbyggda av en sjödos + avrinningsdos vilka anpassas efter de lokala förhållandena. Doseringen ger en kalkningseffekt vilken står sig 2-3 omsättningstider. Vilken målsättning ska vi ha för vattenkemin - alkalinitet 0.1, 0.2 eller 0.8 mekv/l? I det senare fallet har vi definitivt gått för långt.

I rinnande vatten byggs idag doseringsanläggningar i stor omfattning. Kalkdoserare måste fungera varje dag hela året. Doserarna kan ge problem såsom har inträffat i Laxforsens fiskodling med aluminiumutfällningar. Fiskförsök i burar nedströms doserare ska påbörjas i vinter.

Även kadmiumhalten ökar i sura vatten. Kalkning bör i större utsträckning än hittills ske i utströmningsområden och bäckzoner varvid metaller kan bindas innan de når vattnet.

Diskussion

Dosberäkningarna i råd och riktlinjer fungerar bra om de anpassas till de lokala förhållandena. Vid kort omsättningstid på vattnet är upprepade kalkningar bättre än en åtgärd för många år.

Försök med ettårsgivor i bäckzoner och på isen varje vinter för att förbättra vårfloden pågår i bl a Kopparbergs och Västernorrlands län. Givorna är här endast 25 - 35 kg/ha år. Metoden är anpassad för de delar av landet där vårfloden utgör den suraste och mest svårkalkade tidsperioden med halva årsnederbörden som avrinner inom några veckor. Notera att alla metoder inte är lika bra över hela landet beroende på avrinningsförhållandena.

Vid våtmarkskalkning på västkusten behöver man givor på ca 1 500 kg kalk/ha avrinningsområde (åtminstone första gången) för att få en bra effekt. Det behövs en ytdos av åtminstone 10 - 25 ton kalk/utspridningsyta för att ge ett mättat kalkfilter i marken. Kalk bunden i marken kan åter utlösas. Vi har nu råd att kalka strategiskt med en medvetet lägre upplösningsgrad kommande år men desto bättre biologiskt resultat i vattnen.

Lindberg Lars-Åke, Fiskevattenägareförbundet
Lindqvist Torbjörn, SMHI, Norrköping
Lingdell Pär-Erik, Limnodata, Enskede
Lund Inge, Fiskenämnden i Göteborgs och Bohus län
Melander Eva, Svenska kommunförbundet
Moberg Georg, Statens naturvårdsverk, Solna
Molander Hans-Kristian, Fiskenämnden i Kalmar län
Molot Lewis, Ontario government, Kanada
Möller Lars, Länsstyrelsen i Blekinge län
Nauwerck Arnold, Länsstyrelsen i Norrbottens län
Nilsson Dag, Fiskenämnden i Norrbottens län
Nilsson Jan, Statens naturvårdsverk, Solna
Nilsson Lisbeth, Länsstyrelsen i Hallands län
Nyberg Per, Fiskeristyrelsen, sötvattenslaboratoriet, Drottningholm
Olofsson Jan, Länsstyrelsen i Jönköpings län
Olsen Per, Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län
Olsson Bror, Fiskenämnden i Södermanlands län
Olsson Håkan, Limnologiska institutionen, Uppsala Universitet
Pettersson Göran, Länsstyrelsen i Värmlands län
Rolandsson Vincent, Länsstyrelsen i Älvsborgs län
Sandberg Per-Erik, Fiskevattenägareförbundet
Sander Sune, Fiskenämnden i Älvsborgs län
Skinnar Bertil, Leksands kommun
Slatte Torgil, Länsstyrelsen i Östergötlands län
Stake Erland, Länsstyrelsen i Värmlands län
Stube Maj, Fiskeriintendenten i mellersta distriktet
Sundt Karl, Länsstyrelsen i Kopparbergs län
Sundvisson Ivar, Fiskenämnden i Västernorrlands län
Svahn Jarl, Fiskenämnden i Skaraborgs län
Svensson Torbjörn, Länsstyrelsen i Stockholms län
Theorin Björn, Fiskenämnden i Kronobergs län
Thörnelöf Eva, Statens naturvårdsverk, Solna
Tideström Henrik, Scandiaconsult, Stockholm
Tägtström Anders, Fiskenämnden i Kopparbergs län
Ungsgård Yngve, Fiskenämnden i Stockholms län
Veie-Rosvoll Brit, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Norge
Wenblad Axel, Länsstyrelsen i Älvsborgs län
Wilander Anders, Statens naturvårdsverk, Uppsala
Ålind Per, Länsstyrelsen i Kalmar län