



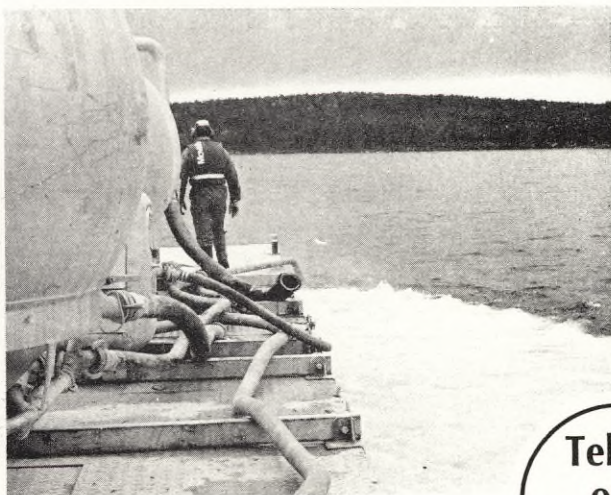
Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.

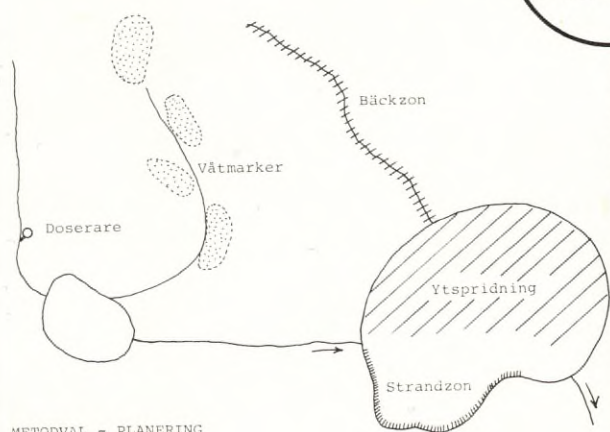


KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

KALKNINGSMÄSSA I HAGFORS
3-5 OKTOBER 1985



Teknik
och
Metodik



FISKERISTYRELSEN
MEDDELANDE NR 1:1986





NATURVÅRDSVERKET

RAPPORT 3167

FISKERISTYRELSEN

MEDDELANDE NR 1:1986

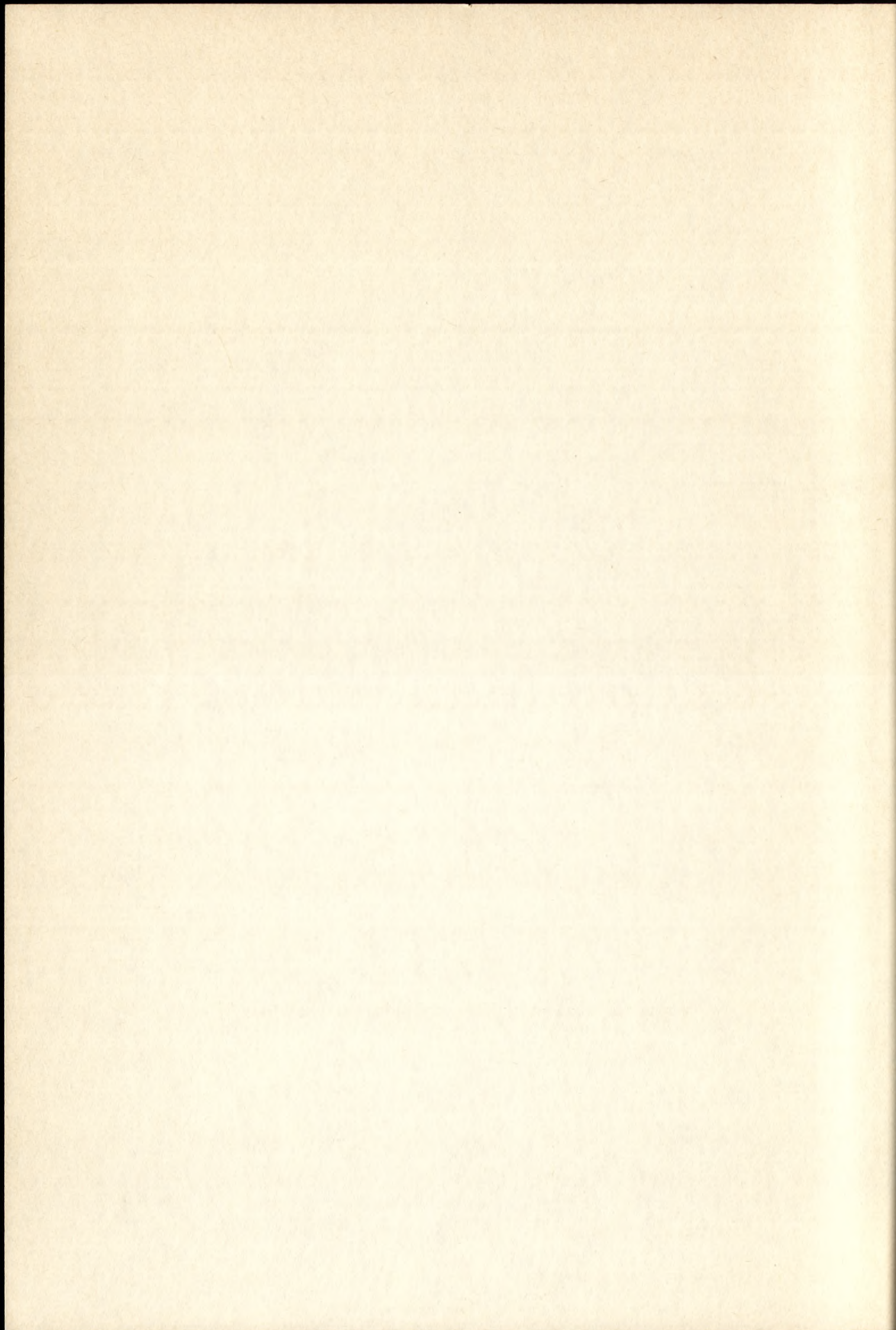
Redigering: Eva Grundelius

Omslag: Per-Erik Sandberg och André Maslennikov, Miljöbild/IBL

Tryck: Reprocentralen, naturvårdsverket, Solna

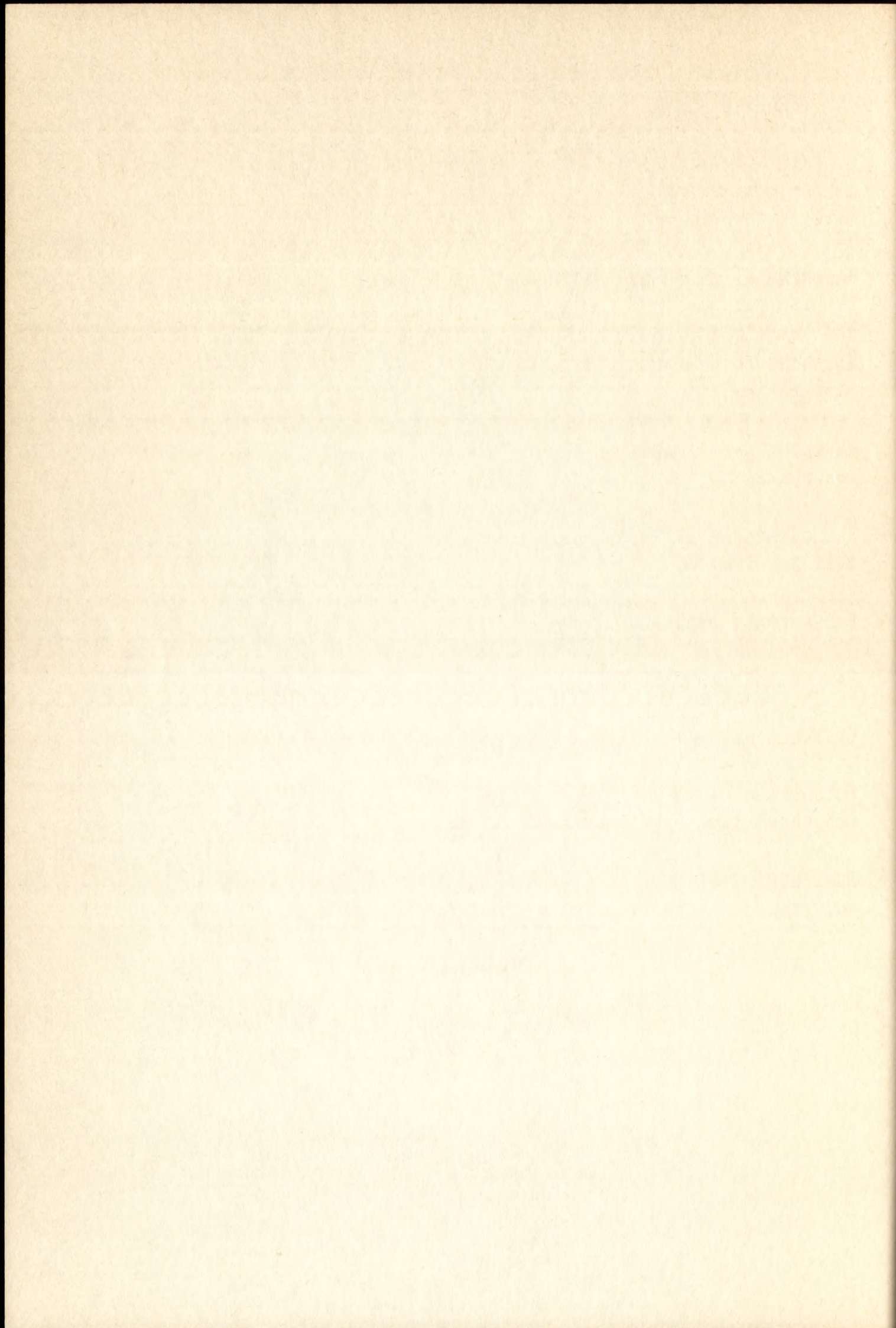
Upplaga: 1.000

Distribution:	Statens Naturvårdsverk	Fiskeristyrelsen
	Biblioteket	F-enheten
	Box 1302	Box 2565
	171 25 SOLNA	403 17 GÖTEBORG



INNEHÅLL

	SID
INLEDNINGSANFÖRANDE _____	1
Lars-Åke Lindberg	
KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG _____	3
William Dickson	
KALKNING AV RINNANDE VATTEN _____	19
Olof Lessmark	
KALKNING AV VÄTMARKER _____	26
Per Nyberg	
BIOLOGISKA EFFEKTER AV KALKNING _____	34
Erik Degerman	
PANELDEBATT 1985-10-03 _____	48
PANELDEBATT 1985-10-04 _____	59
UTSTÄLLNING _____	66
FOTOBILAGA _____	70
Demonstration av kalkspridning i fält	
ADRESSER _____	87
Medverkande arrangörer och utställare	



INLEDNINGSANFÖRANDE

Lars-Åke Lindberg, styrelseledamot i Sveriges fiskevattenägareförbund.

Mina damer och herrar. Ni är hjärtligt välkomna till denna kalkningsmessa i Hagfors, som arrangeras av Sveriges Fiskevattenägareförbund i samarbete med Statens Naturvårdsverk och Fiskeristyrelsen.

Det är första gången som man samlar representanter för myndigheter, fiskevårdsorganisationer och entreprenörer till en mässa av den här typen. Alla är lika hjärtligt välkomna, men jag vill särskilt tacka representanter för Naturvårdsverket och Fiskeristyrelsen, för att de har möjliggjort den här mässan genom att ställa både medel och sakkunskap i form av bl a föredragen till förfogande.

Jag vill också särskilt vända mig med ett tack till alla utställare som gör att mässan får verklig substans, dels genom inomhusutställningen men kanske framför allt genom de olika kalkspridningsmetoder vi kommer att få se under bussrundturen.

Jag har fått i uppdrag att hälsa från fiskevattenägareförbundets ordförande Carl G Nilsson som skulle ha stått här nu, men tyvärr p g a sjukdom har fått utebli. Han hälsar er så hjärtligt.

Jag noterar med glädje det stora deltagarintresset. Under mäsans tre dagar kommer cirka 400 mässtdeltagare att cirkulera runt här. Jag noterar också med tillfredsställelse att kalkningsverksamheten i Sverige i stort sett fungerar bra. Den omsätter i dagsläget cirka 100 miljoner kronor.

När kalkningsverksamheten startade 1977 då var det en försöksverksamhet och då var det cirka en tiondel av dagens penningbelopp som man hade att röra sig med. Det var då mycket en "brandkårsutryckning" för att rädda framför allt hotade fiskbestånd.

Idag arbetas det intensivt med att förfina metoderna och ni har nu tillfälle att se detta, dels på utställningen, men dels kanske framför allt under bussrundturen på plats ute i fält. Ni har också möjlighet att under den här mässan lyssna till föredrag om de senaste rönen på kalkningsområdet. Ni kommer även att kunna ställa de ansvariga för kalkningsverksamheten mot väggen i två paneldebatter.

För mig personligen är det särskilt roligt att konstatera att utvecklingen går bra när det gäller kalkningen. Jag var med från begynnelsen, jag hade förmånen att vara en av representanterna i referensgruppen vid Fiskeristyrelsen som då handlade alla kalkningsansökningar. Numera sköts detta på länsplanet, som ni alla vet.

Man måste dock inse kalkningens begränsningar. Det är trots allt bara ett uppehållande försvar, eller konstgjord andning, eller vad vi nu ska kalla det. Den enda möjliga lösningen på försurningsproblemet är naturligtvis att oförtrutet och med all kraft fortsätta arbetet med att minska såväl våra inhemska som de utländska utsläp-

pen.

Jag vill därför sluta med att säga; Låt oss gemensamt verka för detta. Än en gång hälsar jag er hjärtligt välkomna och förklarar härmed denna mässa invigd.

KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

-REKOMMENDATIONER OM MEDEL, FRAKTIONER, DOSER, OCH SPRIDNING.
KALK SOM FÄLLNINGSKEMIKALIE I RENINGSVERK.

William Dickson, Statens Naturvårdsverk, miljökontrollenheten.

I vårt land finns sedan flera år en uppriktlig politisk vilja att med olika medel motverka försurning, dels att med lagstiftning minska utsläppen och dels att med statsbidrag kalka sjöar och vattendrag. På utsläppssidan har mycket hänt. Svavelutsläppen i Sverige var 1983 bara en tredjedel av utsläppen 1970.

Kalkningsbidraget från staten har stigit från 10 miljoner kr 1977 till 85 milj kr 1985. Statsbidraget får normalt utgöra 85 % av totalkostnaden, i undantagsfall kan bidraget vara 100 %. Denna generösa möjlighet till bidrag förpliktigar.

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 teoretiskt står till buds är kalksten, dolomit, silikater (slaggekalk, 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.

Med den erfarenhet vi nu stöder oss på kvarstår i praktiken bara kalkstenmjöl och eventuellt dolomit beroende på att övriga medel antingen är för dyra, eller löser sig för långsamt eller är förorenade av tungmetaller.

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 hög beroende på att varan är dyr - även om allt löser sig.

Billigast är kalkstensmjöl 0-0,5 mm, 0-0,2 mm eller 0-0,1 mm med konstnader på 300-400 kr per ton utspridd och upplöst bas. Extremt finmalen kalksten uppslammad och transporterad med ca 30 % vatten, s k slurry, kan inte konkurrera med övriga kalkstensfraktioner om inte tonpriset blir betydligt lägre än f.n. (550-700 kr per ton upplöst bas). Soda har använts på försök och kostnaden per ton utspridd bas är minst 850-1500 kr.

Dosering

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 rekommenderas:

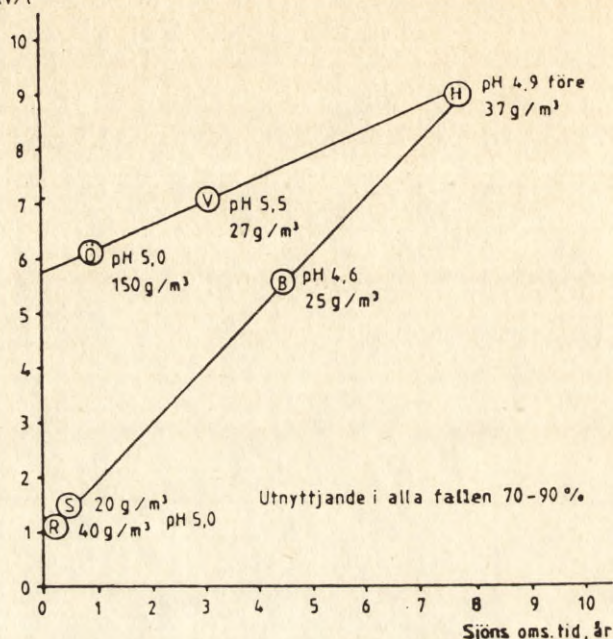
Tabell 1.

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 blir 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.

Figur 1. Antal år innan
pH nått < 6 och
alk < 0,05 mekv/l

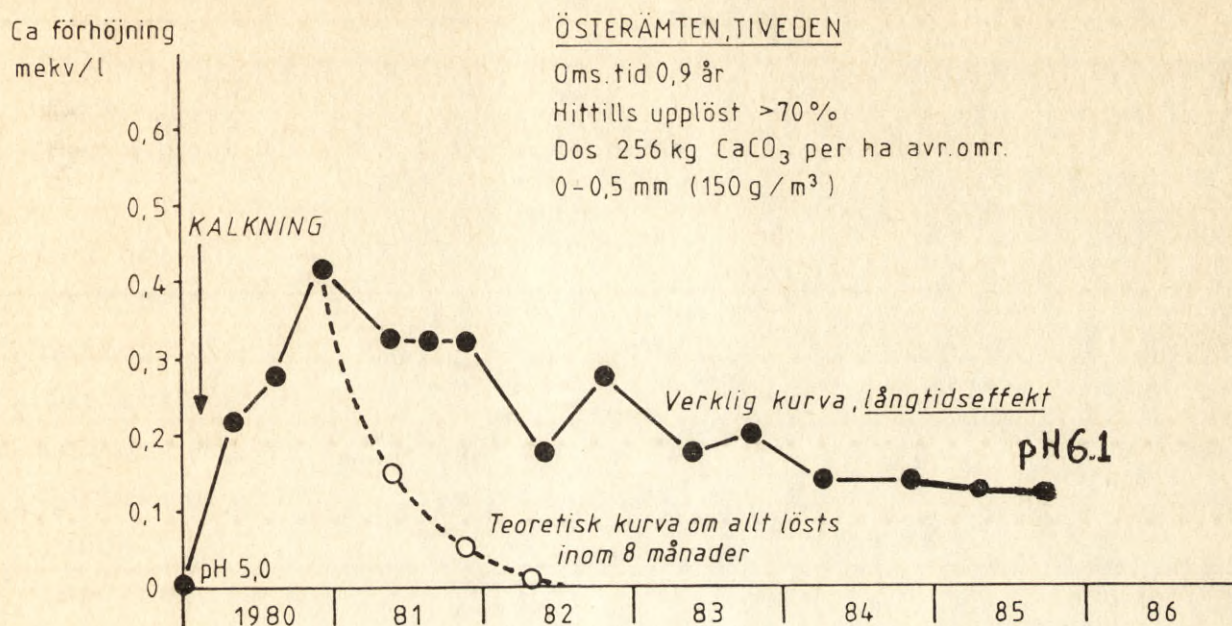


Med de doser som finns angivna i tabell 1 kompletterat med tillsatser för en omsättningstid (dvs totalt dubbla dosen i tabellen) behöver:

- 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.

I sjöar med kort omsättningstid, exempelvis Österämten i Figur 2, med omsättningstid 0,9 år, är varaktigheten mer än 6 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/m³ sjövattnen, 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, Fig. 1.

Figur 2.



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 måste vara fallet.

Av tabell 2 framgår i ett labförsök hur mycket som av olika fraktioner hunnit lösas efter 3 resp 14 veckor i ett stillastående brunt sjövattnen. Av fraktionen 0-0,06 mm har nästan allt lösts inom 3 veckor och någon långtidsverkan finns knappast därefter. Av fraktion 0,2-0,6 mm har inom 3 veckor 40 % löst sig och av fraktionen 0,6-2 mm 20 %.

Efter 14 veckor har emellertid sammanlagt mer än 80 % av fraktionen 0,2-0,6 mm lösts och av den grövsta kalken 0,6-2 mm, har då ca 40 % lösts.

Önskar man en fördröjd upplösning av kalken, vilket man gör i sjöar med kort uppehållstid för vattnet och i bäckar och på strandbottnar, är således lite grövre fraktioner inte helt ointressanta. De är dessutom betydligt billigare och lättare att hantera och lagra.

Tabell 2. VILKA FRAKTIONER ÄR VÄRDELÖSA VID SJÖKALKNING?

CaCO ₃ Fraktion m m dos 20 mg/l	Upplöst efter 2 tim vid titrering vid pH 5.4	Upplöst i sjövatten med ur- sprungligt pH 4,6 och färgtal > 100 efter		pH efter	
		3 veckor	14 veckor	3 veckor	14 veckor
0-0.06	60 %	83 %	90 %	7,2	7,2
0.06-0.2		56 %	90 %	7.1	7.2
0.2-0.6	30 %	40 %	85 %	6.7	7.2
0.6-2		20 %	43 %	5.7	6.6

Metallföroreningar i kalkningsmedel

Alla kalkningsmedel innehåller spår av tungmetaller. Sammanfattningsvis kan emellertid sägas att naturprodukterna kalksten och dolomit är rena produkter. Som jämförelse redovisas i tabellen 3 även vad "ren jord" innehåller och vad dagens yt-sediment på sjöbotten av västkustsjöar innehåller. I tabellen framgår vilka metallhalter i kalkningsmedelen som rekommenderas som maxvärden.

Tabell 3.

	Max.värden för sjökalk	(ren jord) mg/kg TS	Ytligt Västkustsediment
Kvicksilver (Hg)	<0,05	0,05	0,3
Kadmium (Cd)	<0,5	0,1	5
Bly (Pb)	<10	15	200
Nickel (Ni)	<10	15	25
Kobolt (Co)	<20	10	20
Koppar (Cu)	<20	15	30
Zink (Zn)	<50	60	300
Krom (Cr)	<50	15	25
Vanadin (V)	<10	15	40

Spridning

Kalken kan med fördel spridas på vintern på is och på tjälad mark, eller den kan spridas direkt i vatten under den isfria delen av året.

Den bör spridas över en relativt stor del av sjön så att inte den ej direkt upplösta kalken hamnar i allt för tjocka lager på botten. Kalken bör spridas över hårbottenar och längs stränder för att kunna neutralisera tillrinnande surt vatten. Doser om 20 ton per hektar bottenyta kan påföras utan att den naturliga bottenvegetationen tar skada. Men dumpning i dm-tjocka drivor längs stränder som råkar vara lätta att sprida på skall givetvis inte förekomma eftersom sådana depåer aldrig kommer att gå i lösning (dosen är då mer än 1000 ton per hektar). På marknaden finns nu farkoster och spridningsutrustning som kan sprida med god precision över grunda områden.

Ur upplösningssynpunkt är det relativt likgiltigt om kalken sprids torr eller våt. Däremot blir spridningsprecisionen bättre om kalken sprids våt vilket även är behagligare för spridaren eftersom damningen uteblir.

En grundförutsättning för att kalkspridaren skall kunna göra ett bra arbete är att det i varenda kalkningsprojekt finns en noggrann instruktion med karta (åtminstone 1:10 000) om var och hur mycket kalk som skall spridas på olika platser.

Att arbetet utförs på korrekt sätt skall kontrolleras av den som erhållit statsbidrag. Detta känner även den seriöse kalkleverantören som angeläget, och han gör då sitt bästa för att uppfylla sin del i avtalet.

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.

Det finns olika metoder att få en hög alkalinitet i utgående renat avloppsvatten.

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

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

Kalk som fällningskemikalie är inte dyrare än aluminium- eller järnsalter om även kostnaderna för slamhanteringen beaktas.

Erfarenheterna av kalkfällning visar att:

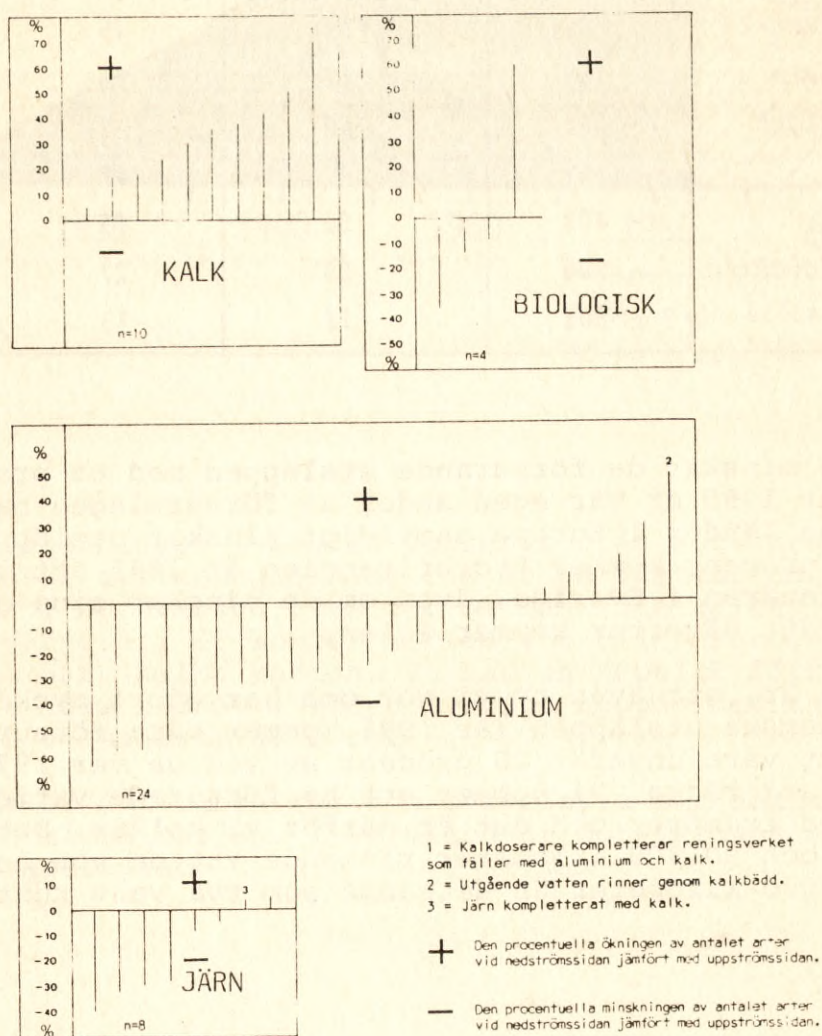
- acceptabel reningseffekt kan erhållas med relativt måttliga doser ($200-300 \text{ g Ca(OH)}_2/\text{m}^3$)
- alkalinitetsförändringen blir tydlig och samtidigt erhålls viss kvävereduktion,
- slammet blir bättre och mer attraktivt till att utnyttjas som gödselmedel.

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 mäts i direkt anslutning till dessa reningsverks utloppsrör. (Figur 3. Engblom och Lingdell SNV PM 1798)

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

Figur 3.



(SNV PM 1798)

1. ÅTGÄRDSPROGRAM ÅR 1984 FÖR MINSKNING AV FÖRSURNINGEN I SVERIGE.

1. MINSKA SVAVELUTSLÄPPEN 1980-1995 med minst 65%.
2. MINSKA KVÄVEOXIDUTSLÄPPEN 1980-1995 med minst 30% (bl a avgasrening på bilar)
3. MINSKA KLORVÄTEUTSLÄPP (sopförbränning).
4. MINSKA FÖRSURANDE UTSLÄPP FRÅN GRUVAVFALL.
5. BEGRÄNSA SKÖGSGÖDSLING OCH HELTRÄDSUTNYTTJANDE.
6. ÖKAD RÅDGIVNING I JORDBRUKET. MINSKNING AV AMMONIAKAVGÅNGEN.
7. ÖKAD KALKNING.

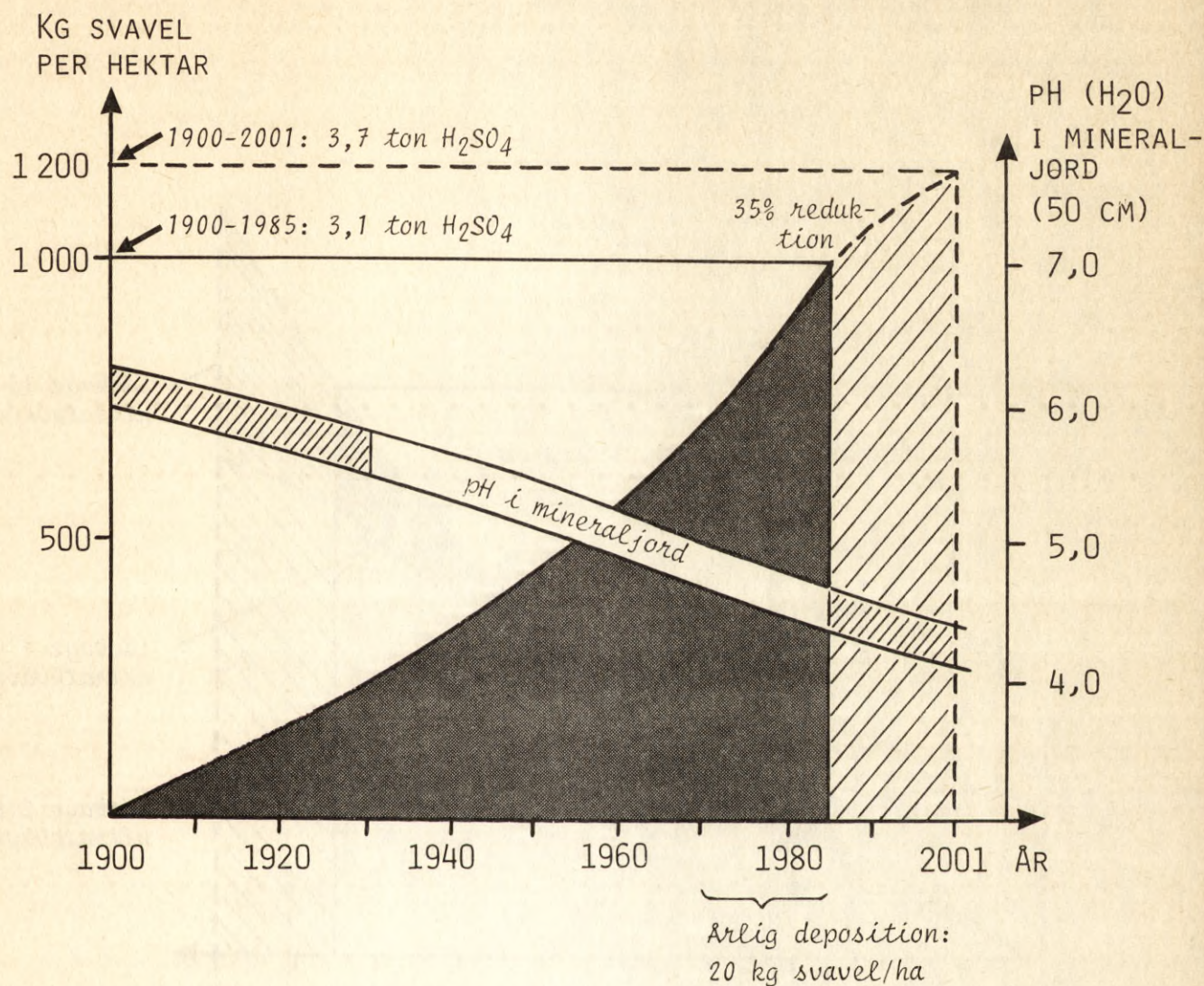
2. SVAVELNEDFALLET I SVERIGE 1978 OCH 1995 (EN PROGNOSES).

LAND	UTSLÄPPS- FÖRÄNDRING	NEDFALL I SVERIGE (tusentals ton svavel per år)	
		1978	1995
Sverige	- 65%	101	33
Storbritannien	- 30%	62	45
Östtyskland	- 30%	52	36
Västtyskland	- 50%	46	22
Polen	- 5%	44	42
Danmark	- 40%	26	15
Tjeckoslovakien	- 10%	23	21
Sovjet	- 30%	18	13

Om Sverige minskar de försurande utsläppen med 65 procent betyder det att år 1995 är vår egen andel av försurningen bara 33 000 ton. Om övriga länder i Europa samtidigt minskar utsläppen med mellan 5 och 40 procent kommer Storbritannien år 1995 att vara den största förorenaren i Sverige, även om de minskar sina utsläpp med 30 procent. Tätt därefter kommer Polen.

Slutsatsen är, att även om vi gör och har gjort mycket för att minska de inhemska utsläppen (år 1995 kommer våra försurande utsläpp bara att vara ungefär 20 procent av vad de var 1970), så kommer det inte att räcka. Vi kommer att ha försurade vatten i Sverige under lång tid framöver och det är därför vi kalkar. Det är säkert 20 000 sjöar och 90 000 kilometer rinnande vatten som behöver kalkas idag. 90 000 kilometer är detsamma som två varv runt jorden.

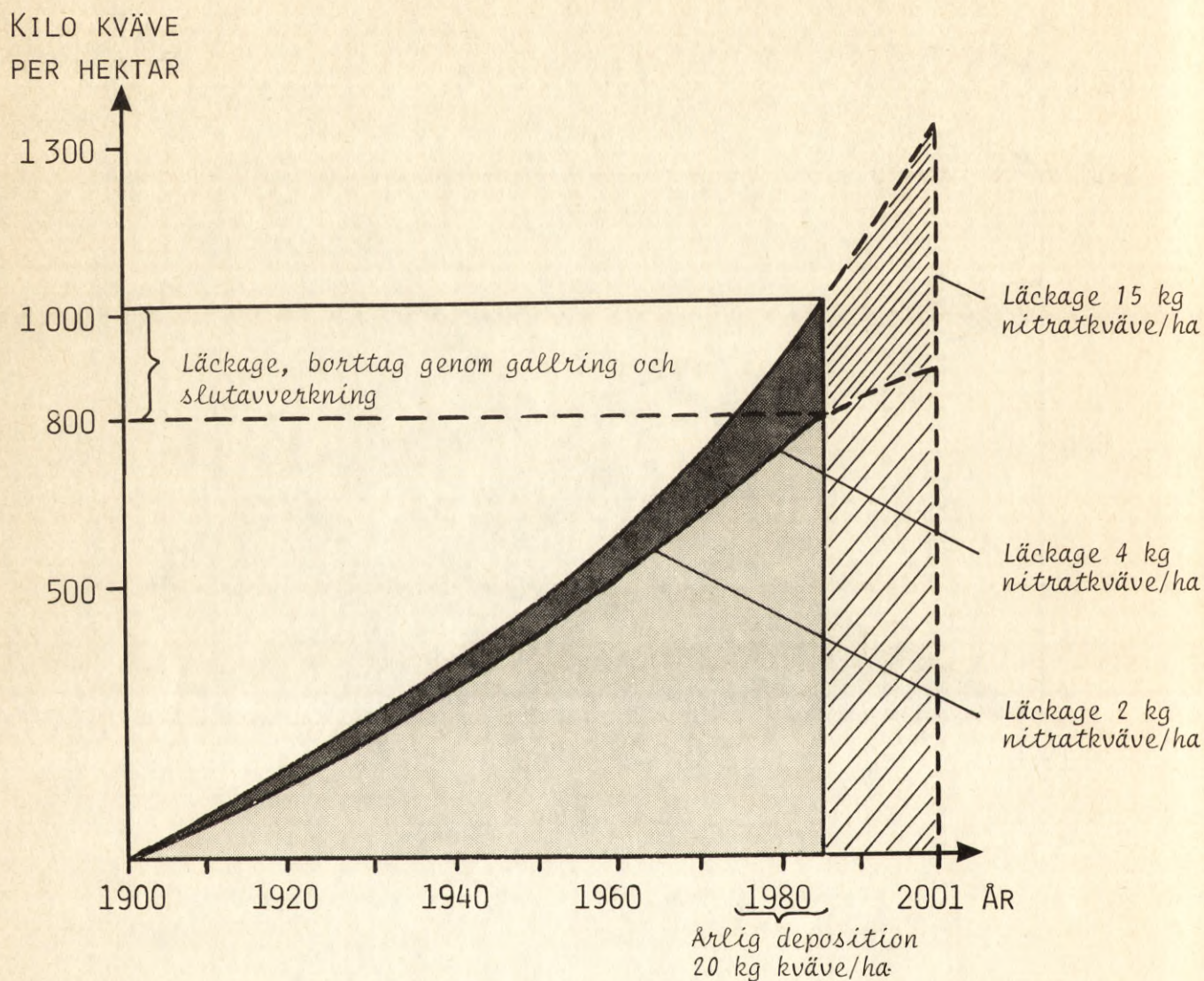
3. ACKUMULERAD SVAVELDEPOSITION I SÖDRA SVERIGE ÅR 1900-2001
(ENLIGT TILLGÄNGLIGA DATA OCH WILLIAM DICKSONS OMDÖME).



Den årliga försurningen i landet varierar från motsvarande 70 kg kalksten per hektar avrinningsområde och år på Västkusten till 10 kg $CaCO_3/ha \cdot \text{år}$ i nordvästra Sverige. Om man inte kalkar överallt med denna giva varje år, då kommer marken att bli surare. Det räcker inte med att bara kalka vatten. Vi har en kronisk försurning av marken som pågår hela tiden. I södra Sverige uppgår den till 0,5-1 pH-enheter under de senaste 50 åren.

På Västkusten är det cirka tre ton svavelsyra per hektar som deponerats sedan seklets början. I Värmland är motsvarande siffra cirka 1,5 ton svavelsyra.

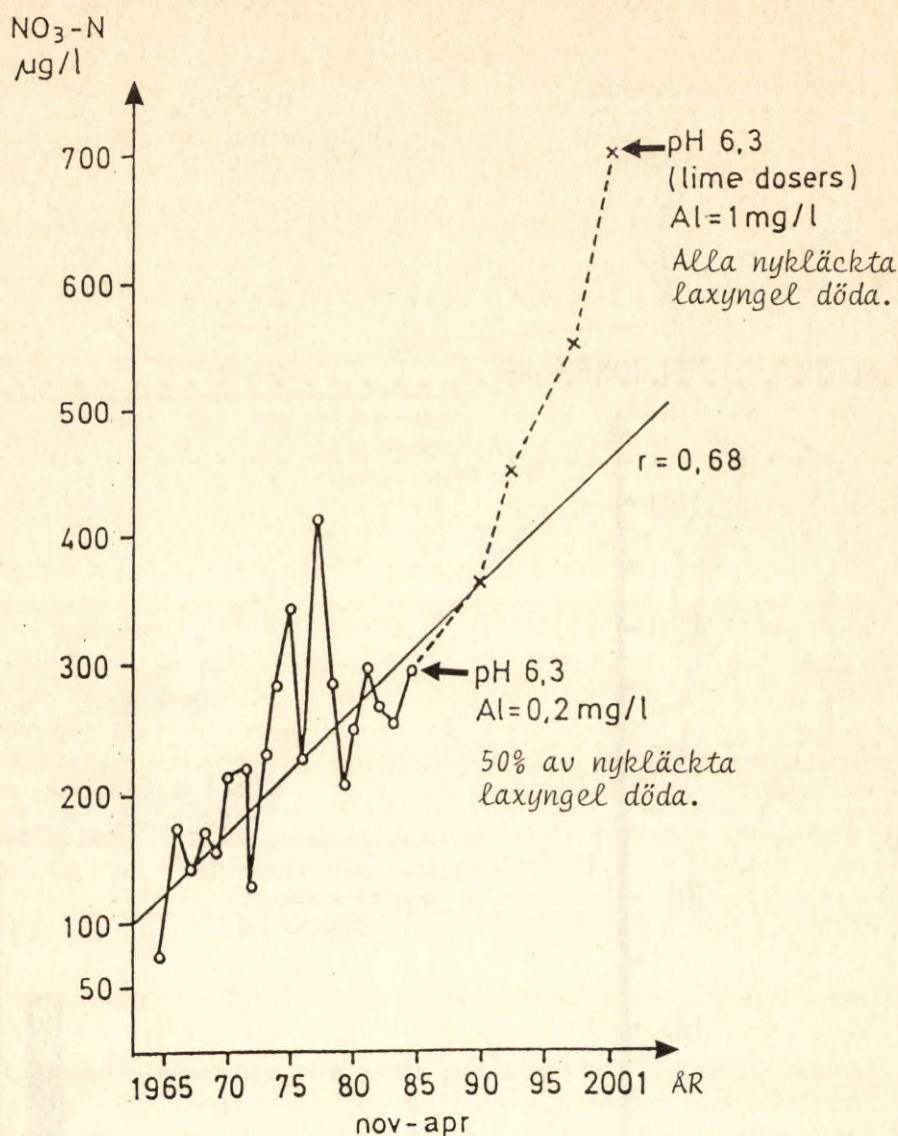
4. ACKUMULERAD KVÄVEDEPOSITION I SÖDRA SVERIGE ÅR 1900-2001
(ENLIGT TILLGÄNGLIGA DATA OCH WILLIAM DICKSONS OMDÖME).



Till 1985 har omkring 1 ton kväve per hektar deponerats i södra Sverige, d v s kväve från luften. Av detta har cirka 20 procent runnit bort eller tagits upp av träd som sedan avverkas.

Vi är nu oroliga för att nitratläckaget från marken ska öka. Det har redan ökat, från att ha varit 2 kg kväve per hektar och år för 20 år sedan till det dubbla i samma områden idag. Vi fruktar att läckaget kan vara 15 kg/ha · år år 2000. Idag finns inga överenskomelser i Europa om att minska kväveutsläppen. Om prognosen be-sannas kommer försurningen från kväve år 2000 att vara lika stor som den försurning som härrör från svavlet.

5. NITRATKVÄVE- OCH ALUMINIUMHALT I MÖRRUMSÅN (LAXÅN),
PROGNOS ENLIGT WILLIAM DICKSON.



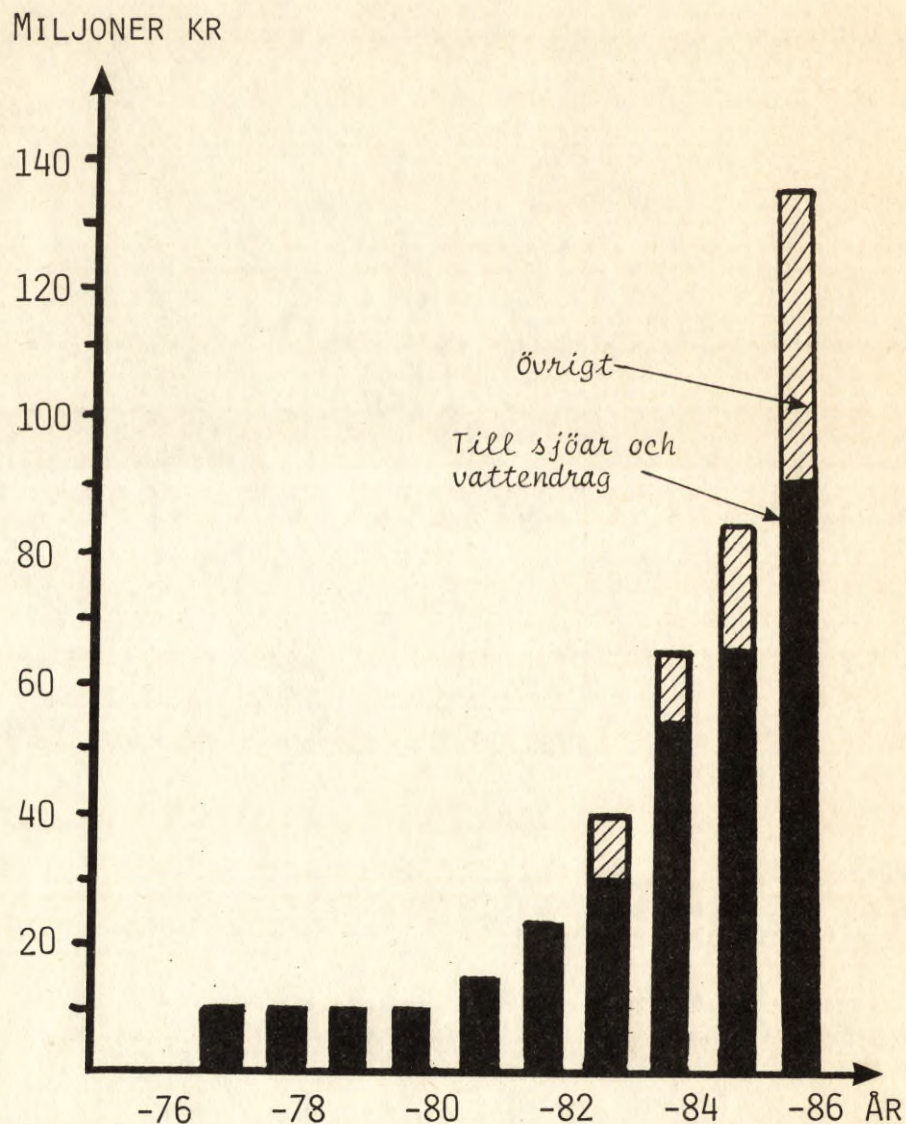
Nitratläckaget är farligt för vattnen. Här ett exempel från Mörrumsån. Nitrathalten har fördubblats på femton år. Om vi drar kurvan rakt ut kommer den än en gång att ha fördubblats år 2000.

Om marken försuras orkar den inte hålla kvar kvävet längre. Mycket mer kväve än vad det raka strecket indikerar kommer att rinna ut i ån, framför allt under vintern.

I år dog hälften av de nykläckta laxynglen i Mörrumsåns fiskodling trots att pH-värdet var 6,3 Aluminiumhalterna var höga och det är troligt att ynglen dog av aluminiumförgiftning.

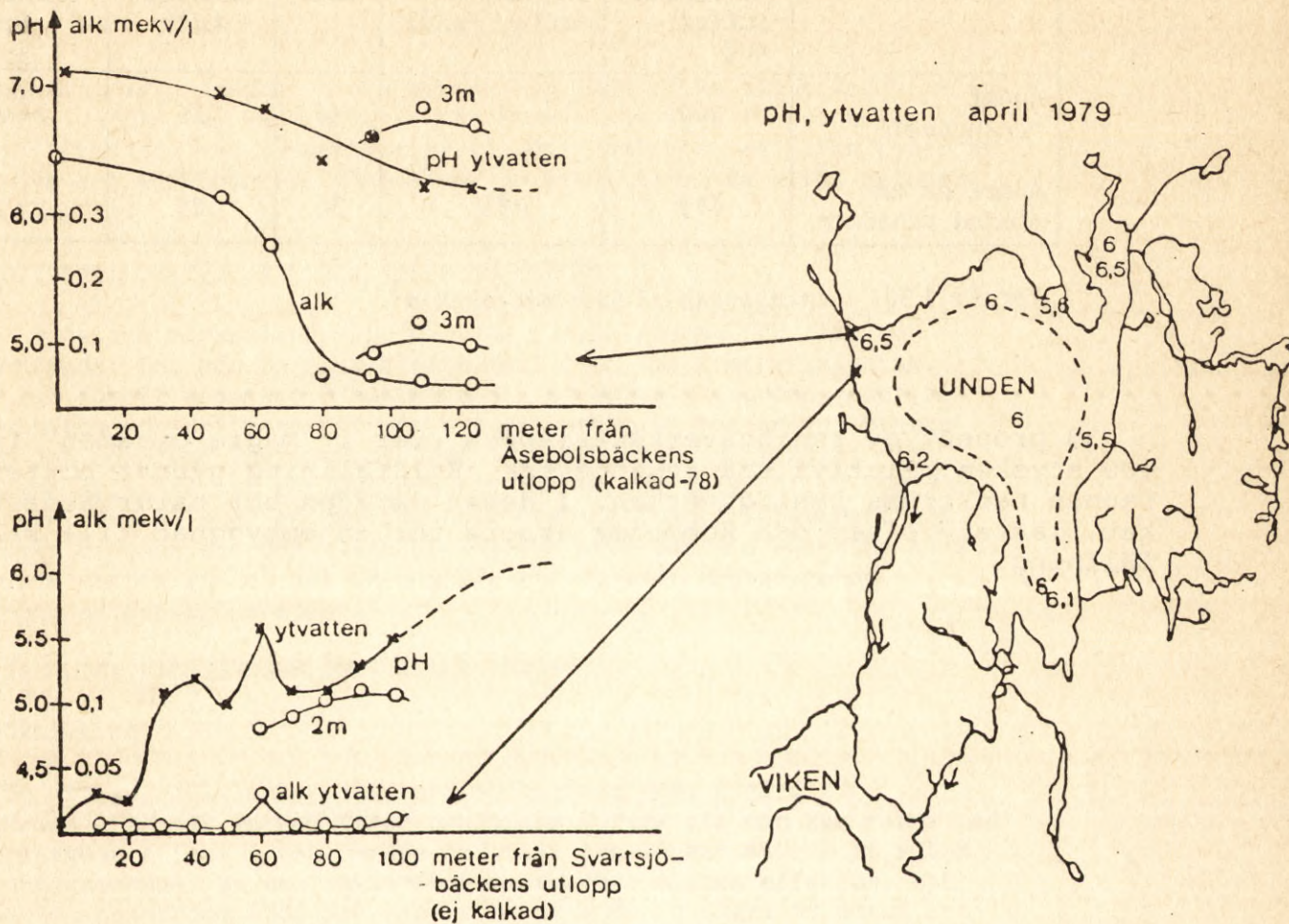
Min prognos är, att år 2000 så kommer vi, även om man installerar kalkdoserare i Mörrumsån, att ha en mycket hög aluminiumhalt i vattnet, därför att marken är ännu surare och utläckaget större. Alla laxynglen kommer att dö. Därför måste vi också kalka på land.

6. SVENSKA STATENS "KALKNINGSBIDRAG".



Det finns ekonomiska möjligheter att göra storskaliga förändringar till det bättre, vad det gäller försurningen. Det finns gott om pengar och en politisk vilja i alla läger, att fortsätta kalkningsverksamheten.

7. VATTENKEMI I DEN OKALKADE SJÖN UNDEN.



Man ska kalka både ekonomiskt och biologiskt. Exemplet är hämtat från den djupa och okalkade sjön Unden, öster om Vänern. pH-värdet i sjön är bra, men den drabbas av surstötter i det strandnära vattnet p g a sura tillflöden. Våren 1977 var pH-värdet i sjön 4,5 på två meters djup flera hundra meter ut.

Merparten av de tillrinnande vattnen har kalkats. Det övre diagrammet visar hur man på så sätt kan rädda faunan i det strandnära vattnet. Det undre diagrammet visar vattenkemin i Unden utanför en okalkad referensbäck.

8. FÄLLNINGSMETODER I SVENSKA RENINGSVERK.

	Aluminium- sulfat = AVR	Järnsalter FeCl ₃ , FeSO ₄	Kalk	Järnsalt + kalk	Aluminium + järnsalt
Antal reningsverk	600	92	60	26	4
Andel av an- slutna personer	49%	42%	5%	2%	2%

Totalt 1 300 reningsverk, 1 500 miljoner m³.

30 procent av reningsverksutsläppen sker i "magra områden" från 800 stycken relativt små reningsverk. Kalkfällning gynnar bottenfaunan nedströms reningsverken. I dessa områden bör naturvårdsverket, länsstyrelser och kommuner arbeta för en ombyggnad till kalkfällning.

KALKNING AV RINNANDE VATTEN

Olof Lessmark, Fiskeristyrelsen.

Kalkning av rinnande vatten kan ske på tre olika sätt; kalkning av uppströms sjöar, markkalkning på utströmningsområden i anslutning till vattendraget och med punktinsatser direkt i vattnet med olika typer av doserare och kalkbrunnar. Ibland kan en kombination av olika metoder vara lämplig.

BIOLOGISKA EFFEKTER AV OLIKA KALKNINGSMETODER

Vid sjö- och markkalkning förbättras förhållandena för fisk och bottenfauna. Det gör de i de flesta fall även vid doserarkalkning. Dock kan förhållandena för bottenfauna försämrans nedströms doserare som utsätts för driftavbrott och antalet arter av bottenjur minska efter det doserare installerats. Det är därför ytterst viktigt att doserare sköts så att en jämn och god vattenkvalitet erhålls. Vid sjö- och markkalkning sker en jämnare kalkdosering utan driftavbrott pga tekniska problem och den bästa biologiska effekten vid kalkning av ett rinnande vatten fås då det är möjligt att åtgärda vatten genom kalkning av uppströms sjöar.

NÄR ÄR OLIKA KALKNINGSMETODER TILLÄMPBARA?

- Sjöalkning

För att en sjöalkning ska vara möjlig som enda åtgärd för nedströms liggande vatten visar praktiska försök att man kan räkna med en godtagbar effekt i ett område två till tre gånger större än sjöns avrinningsområde. En del faktorer kan avsevärt minska effekten. Ett myrområde nedströms sjön och reglering av sjön är några av dessa. Under hur lång tid en sjöalkning ger godtagbar effekt i nedströms vattendrag beror naturligtvis på hur lång tid kalkningen har effekt i sjön, dvs den tid det tar innan sjön återförsuras efter en kalkning. För att avgöra hur snabbt detta sker använder man sig av de erfarenheter som finns över sjöars återförsurning.

- Markkalkning på utströmningsområden.

När är markkalkning möjlig? Markkalkning ger störst effekt i vattnet när den sker på utströmningsområden för vattnet i anslutning till vattendraget. Kalkning på torra skogs- och jordbruksmarker har liten effekt. För att enbart markkalkning ska vara en effektiv metod för att åtgärda ett rinnande vatten måste de kalkningsbara utströmningsområdena utgöra minst 10 % av det totala avrinningsområdet. Normalt varar effekten 2-3 år. En av de stora fördelarna med markkalkning är att man minskar utflödet till vattnet av för fisk och bottenjur giftiga metaller.

- Punktvisa insatser direkt i vattnet.

När sjö- eller markkalkning inte är tillräckligt eller möjligt kalkar man direkt i det rinnande vattnet med kalkbrunnar eller doserare.

Kalkbrunnar arbetar enligt principen att kalkstenskross i en

behållare mals av en kraftig vattenström till finare partiklar vilka löses i vattnet. Kalkbrunnar kräver en fallhöjd på ca 1,5 m för att fungera och ofta krävs dammbygge för att få denna fallhöjd. En begränsad flödesproportionalitet avgränsar deras användning till små och medelstora vattendrag med relativt jämnt vattenflöde under året. Om flödet blir för stort genom brunnen spolaskalkkrosset ut och om det blir för lågt mals kalken inte sönder. Ca. 30 % av vattnet måste passera brunnen och pH måste vara minst 5-5,5 innan kalkbrunnen för att godtagbar effekt ska fås. Upplösningsgraden för kalken är 70-90 % i en riktigt skött och dimensionerad kalkbrunn.

Kalkdoserare arbetar med finmalt torrt kalkstensmjöl eller med en kritsuspension bestående av mycket små partiklar och ca 30 % vatten, sk slurry. Torrdoserare, med eller utan vätningsdel för kalkstensmjölet, arbetar över ett brett spektra vad gäller vattendragets storlek och flödesvariationer. Kalkdosen kan justeras manuellt eller automatiskt i förhållande till vattenföring och vattenkvalite. De fungerar bra även i mycket sura och humösa vatten. Vid dimensionering av anläggningar kan man räkna med 60-80 %-ig direktupplösning av kalken (0-0,1 mm). Variationerna är dock stora pga vattenkvalite, doseringsstorlek och placering. Upplösningen ökar vid lågt pH, liten kalkdos, ökad turbulens och inblandnings- och transportsträckans längd samt när mer finmalda kalkstensfraktioner används.

I vattendrag med vattenföring på 0,5-2 m³/s kan användas doserare som drivs med el från batterier eller av vattenkraft, under förutsättning att fallhöjden är tillräcklig. I större vattendrag (2-100 m³/s) används mest doserare som kräver el från nätet.

Slurrydoserare arbetar med en finkornig kritsuspension med en vattenhalt på 30 %. Fördelen med denna produkt är att den är mycket löslig och löser sig bra även i stillaflytande vatten och vatten med relativt högt pH (pH 6-7). Upplösningsgraden är ca 80-100 %. Kritkalkslurry kan användas för överdosering så att sträckan för god effekt nedströms ökas. Till nackdelarna hör att denna kalk är flera gånger dyrare än kalkstensmjöl. Även slurrydoserare kräver el från nätet för dosering och för att värma slurryn så att denna inte fryser på vintern.

DRIFTSTÖRNINGAR VID DOSERARE

Gemensamt för alla typer av doserare är att de råkar ut för driftstörningar vilket får allvarliga biologiska effekter. Störningarna varierar från totalt stopp till kraftig överdosering av kalk, beroende på mekaniska och elektroniska fel, elavbrott, uteblivna kalkleveranser, fuktig kalk, isbildning, dålig tillsyn mm. Vid driftstopp under kritiska perioder kan de biologiska förhållandena bli sämre än de skulle varit om någon kalkning aldrig skett. Tillsynen och skötseln av doserare så att dessa är igång och fungerar kontinuerligt är därför ett absolut villkor om de ska vara till någon nytta i vattendragen.

PLACERING AV DOSERARE

För att få en bra upplösning av kalken bör man eftersträva en så turbulent och lång inblandningssträcka som möjligt nedströms doserarna. Åsträckor med lugnflytande eller stillastående vatten bör undvikas. Strax nedströms doserare har kalken inte hunnit lösa sig och gett önskad effekt. pH-höjningen medför också en metallutfällning och en viss flytsträcka krävs för att vattnet ska komma i kemisk jämvikt. De biologiska förhållandena förbättras därför inte i önskvärd grad

omedelbart nedströms en doserare. Doserare bör därför helst placeras minst 500 m uppströms de områden man primärt vill åtgärda för att det ska ske en metallutfällning och inställning av kemisk jämvikt i vattnet. En sjö eller annan buffringsbassäng nedanför doserare verkar utjämnande på vattenkvaliten, speciellt vid tillfälliga avbrott i kalkdoseringen.

KALK PÅ BOTTNAR NEDANFÖR DOSERARE

Vid alla typer av doserare deponeras en del av kalken på botten nedströms doserarna. I början av försöksperioden när grovt kalkstensmjöl (0-0,5 mm) till övervägande delen användes bildades upp till metertjocka bankar av kalksand. Med de finare kalkstensfraktioner som huvudsakligen används nu är det betydligt mindre mängder kalk som deponeras på botten. Någon negativ biologisk effekt av betydelse från den kalk som ligger på botten har inte konstaterats och bottenlevande lever i och på kalken. Doserare ska dock undvikas att placeras strax uppströms bra lokaler för kräftor då risk föreligger att deras boplatser täcks av kalk. Den kalk som inte löses direkt utan deponeras på botten och nere mellan sten och grus har en klart positiv biologisk effekt, framförallt vid driftavbrott. När kalkutmatning från doserare upphör löser sig kalken på botten i ökad grad och det sker en pH-höjning i vattnet. Även när inte någon pH-effekt kan registreras i den stora vattenmassan som transporteras bildas det en mikromiljö, med högre pH, i botten mellan sten och grus, av kalk som deponerats där. Detta förbättrar överlevnadsmöjligheterna för fiskägg och bottenlevande vid surstötter.

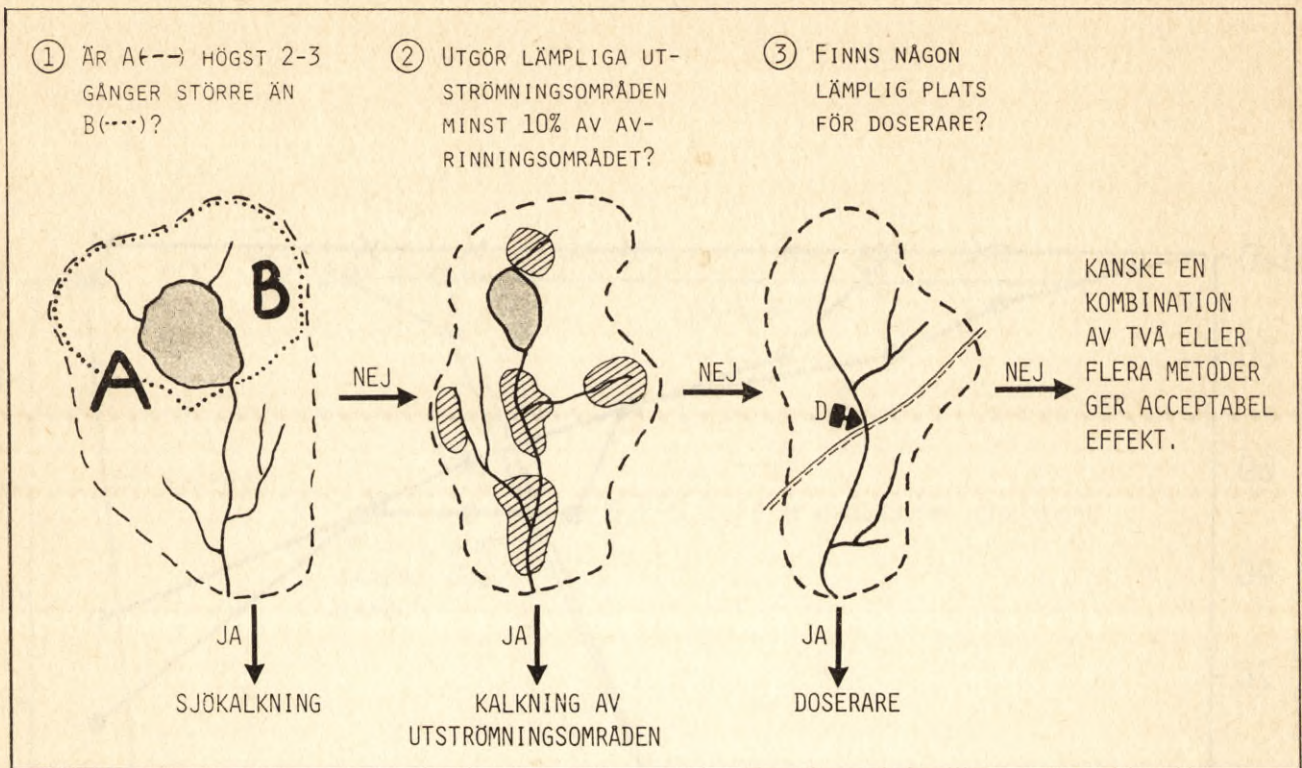
1. OLIKA KALKNINGSMETODERS EFFEKT PÅ BOTTENDJUR

VATTENDRAG	KALKNINGSMETOD			BIOLOGISK EFFEKT		POÄNG
	MARK	SJÖ	DOSERARE	ANTAL ARTER		
				FÖRE	EFTER	
Högvadsån	+	+	+	25	56	132
Särnmansbäcken	+	+	+	21	34	121
Lyckebyån		+	+	18	35	71
Sägkvarnsbäcken		+	+	18	26	66
Hyttälven			+	22	24	55
Basthöjdsälven			+	22	24	55
Spikån			+	25	29	10
Nykyrkebäcken			+	22	19	-1
Skämningsforsån			+	22	19	-1

Data från Engblom & Lingdell (SNV pm 1994, 1985).

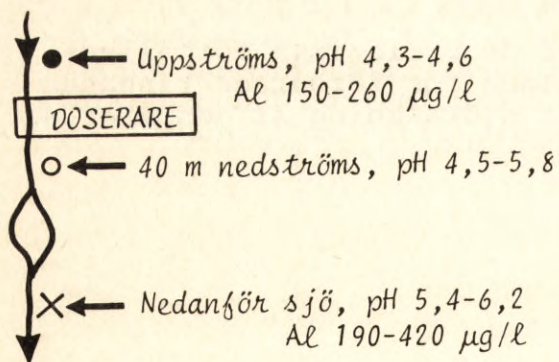
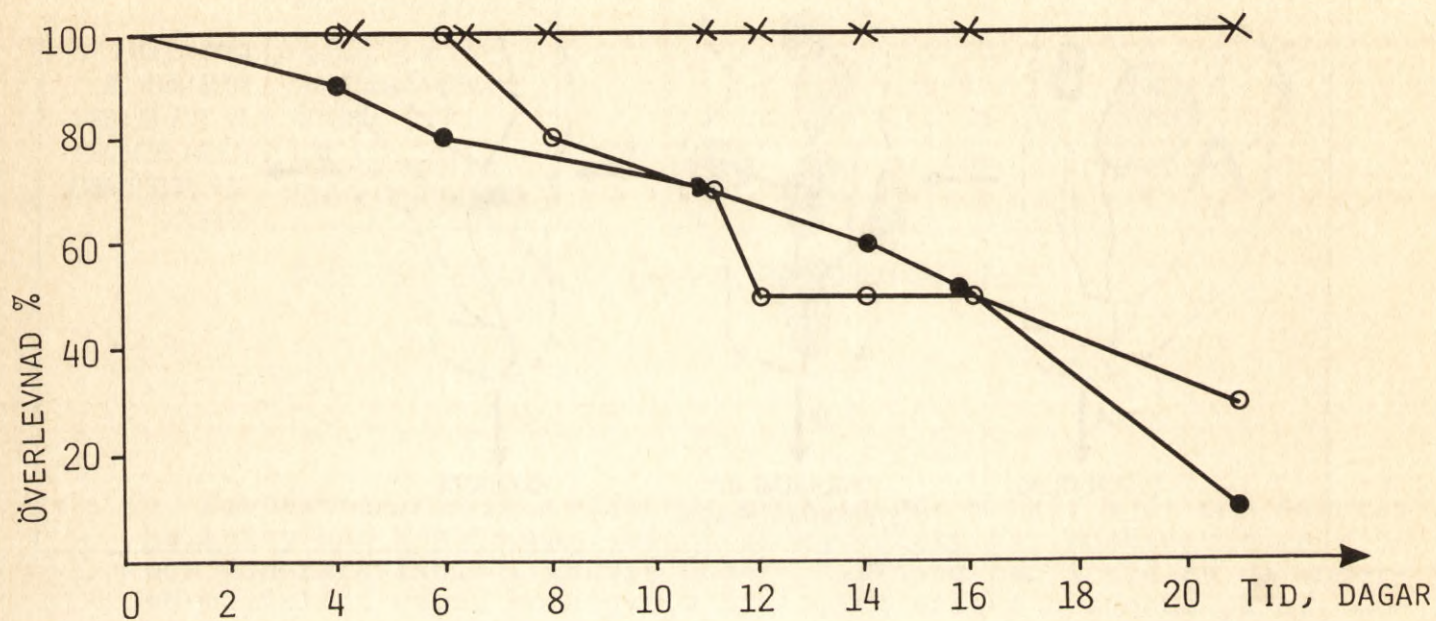
Den bästa biologiska effekten erhålls när mark-, sjö- och doserar-kalkning kan kombineras. Något sämre effekt ger kombinationen sjö- och doserarkalkning. Enbart doserarkalkning har i två av de undersökta fallen givit en negativ biologisk effekt beroende på att doserarna varit utsatta för långvariga driftstopp. (Poängsystemet tar bl a hänsyn till försurningskänsliga arter, tätheten av djur och antalet arter. <0 = underkänd bottenfauna, 0-49 = med tvekan godkänd bottenfauna, 50-60 = godkänd, 61-82 = väl godkänd, 83-132 = klart godkänd bottenfauna, åtminstone på någon lokal lika bra som kan förväntas om vattendraget ej hade varit försurat.)

2. KALKNINGSSTRATEGI FÖR RINNANDE VATTEN.

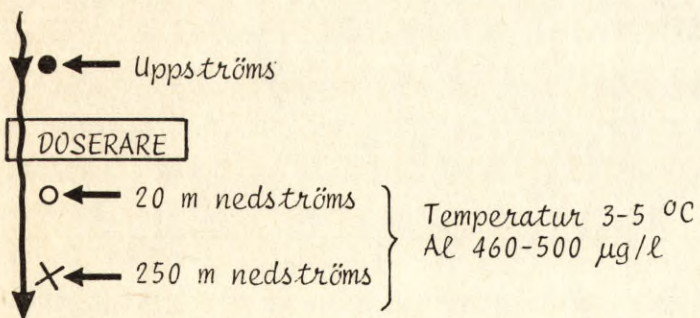
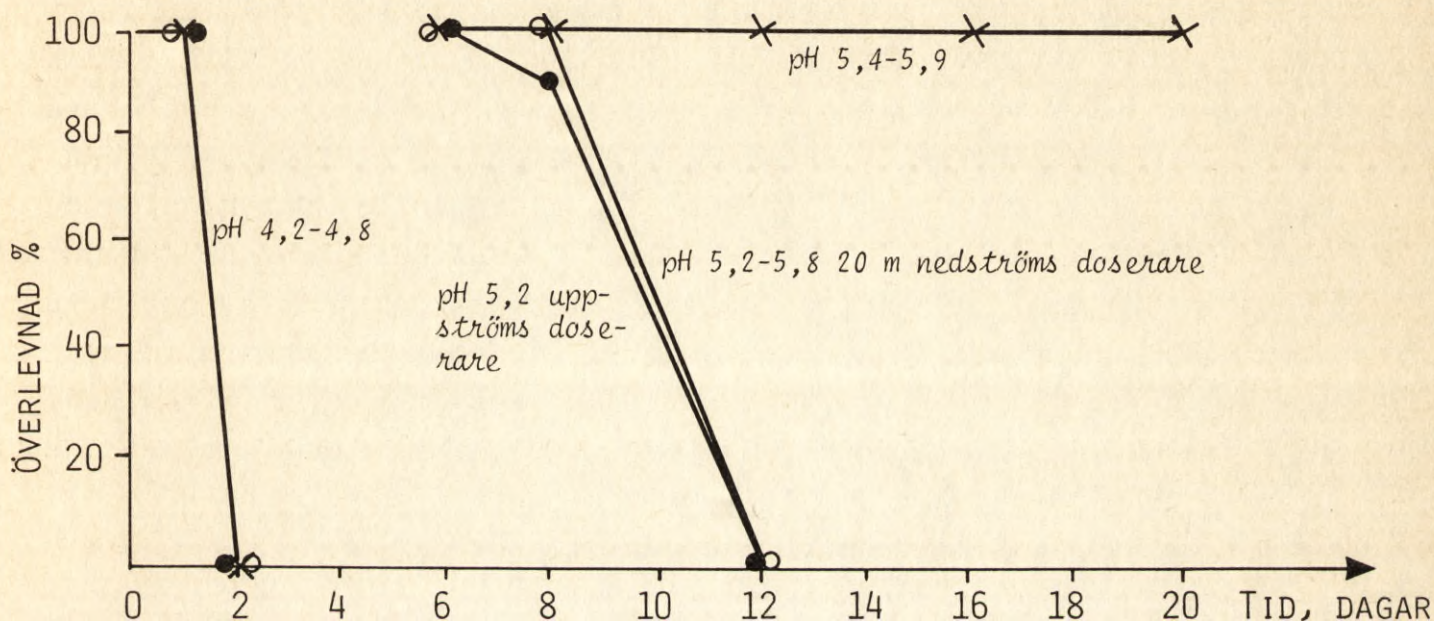


Mark- och doserarkalkning förbättrar de biologiska förhållandena, men sjökalkning är den bästa metoden för försurade rinnande vatten, när förhållandena är sådana att sjökalkning är genomförbar.

3. ÖVERLEVNADSFÖRSÖK MED LAXUNGAR I BUR UPPSTRÖMS OCH NEDSTRÖMS KALKDOSERARE, 1985.



4. ÖVERLEVNADSFÖRSÖK MED LAXUNGAR I BUR UPSTRÖMS OCH NEDSTRÖMS KALKDOSERARE, 1985.



I detta försök drabbades kalkdoseraren av ett driftsavbrott efter två dagar. Samtliga laxungar i burarna, både uppströms och nedströms doseraren dog.

En kalkdoserare bör helst placeras åtminstone 500 meter uppströms det område man vill skydda. Det är en fördel om man kan utnyttja en mindre sjö som buffringsbassäng, där vattnet kan komma i jämvikt innan det når den skyddsvärda strömsträckan.

KALKNING AV VÄTMARKER

Per Nyberg, Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.

1. Inledning

Kalkning på mark inom tillrinningsområdet till sjöar och vattendrag har givit mycket skiftande effekt i ytvattnet. Orsaken är att utlakningen av tillförd kalk varierar mycket, beroende på vilken marktyp som kalkats. I början av försöksperioden (1977-82) spreds stora mängder kalk på åker- och skogsmark i anslutning till vattendragen. Resultatet, mätt som pH- och alkalinitetsförhöjning, var nedslående både i sjöar och rinnande vatten. Valet av spridningsområden avgjordes av kostnaden och tillgänglig spridningsmetodik och inte av områdets lämplighet ur utlakningssynpunkt. De flesta spridningarna utfördes med skogs- eller jordbrukstraktor, vilket resulterade i att kalken, av framkomlighetsskäl, fördelades över fastmarksområden. Utlakningen av kalk från sådana områden är mycket ringa - från skogsmark ca 1% per år och från jordbruksmark obetydligt högre.

Andra försök, där kalken spridits på ur hydrologisk och utlakningssynpunkt strategiska områden, har givit betydligt positivare resultat. Utlakningen av kalk har i dessa försök varit tillräcklig för att under 2-5 år upprätthålla en tillfredsställande och jämn vattenkvalitet i bäckar under mycket skiftande avrinningsförhållanden.

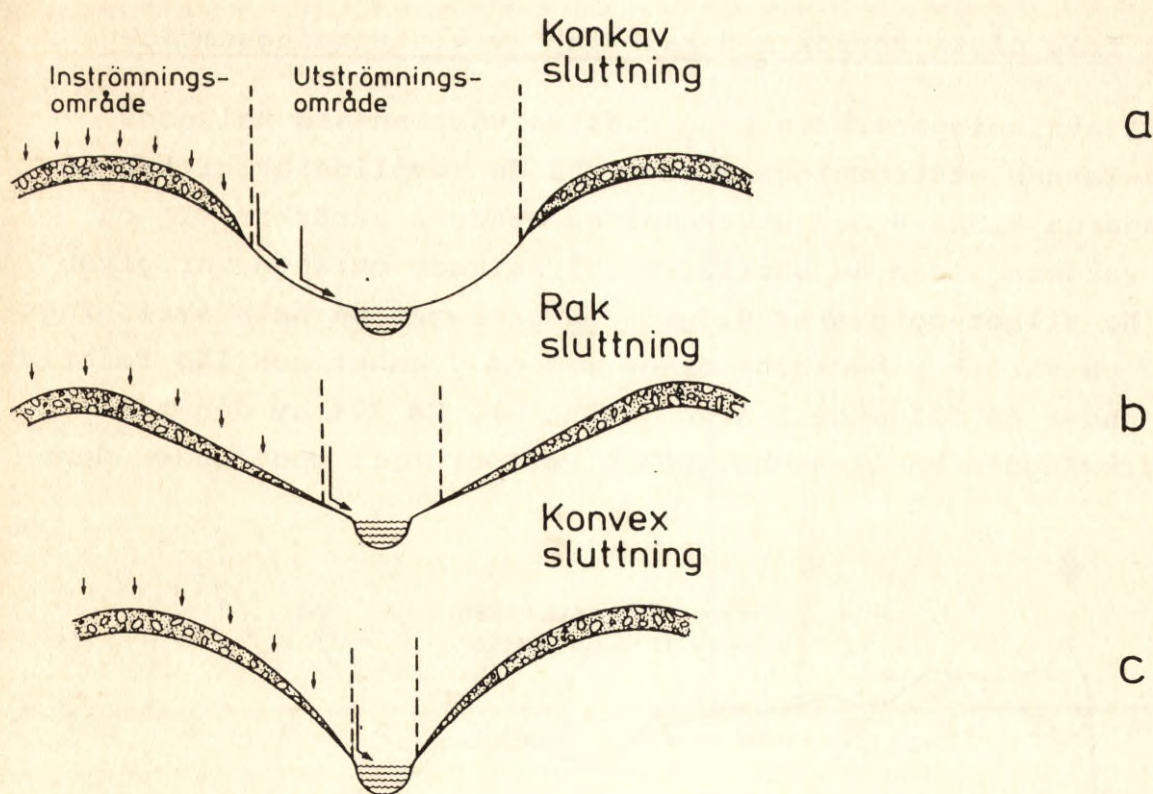
2. Vilka områden är lämpliga att kalka ur utlakningssynpunkt?

Ett tillrinningsområde till ett vattendrag kan mycket grovt indelas i inströmnings- och utströmningsområden. I inströmningsområdet "strömmar" vattnet från markvattenzonen till grundvattenzonen och i utströmningsområdet sker en avtappning av grundvatten. Områden som under torrperioder med låg grundvattennivå fungerar som inströmningsområden kan dock, under perioder med hög grundvattennivå, även fungera som utströmningsområden. Detta innebär att utströmningsområdenas utbredning varierar med tiden, beroende på grundvattennivåns läge. I moränmark kan generellt sägas att inströmning sker på lokala höjder och utströmning i lokala svackor.

Kalk som sprids inom inströmningsområden, ex. produktiv skogsmark och flertalet jordbruksmarker, får endast kontakt med vatten i samband med nederbörd. Kalken måste även transporteras lång väg/tid via grundvattnet innan den når vattendraget. Unver vägen fastläggs en stor del av kalken i marken och utlakningen blir därför mycket liten.

I ett utströmningsområde är däremot kalken i kontakt med (aggressivt) vatten under större delen av året och utlakningen är betydligt bättre.

Var finns då utströmningsområden lämpliga för kalkspridning? I första hand bör områden i nära anslutning till ytvatten (sjö eller bäck) behandlas. Generellt sker en grundvattenutströmning längs flertalet strand- och bäckzoner. Flödets storlek varierar emellertid och insatsen bör koncentreras till svackor och konkava eller raka sluttningar nära vattendraget (Figur 1a, b), där det mättade utströmningsområdet är stort. I konvexa sluttningar är utströmningsområdet litet (Figur 1c).



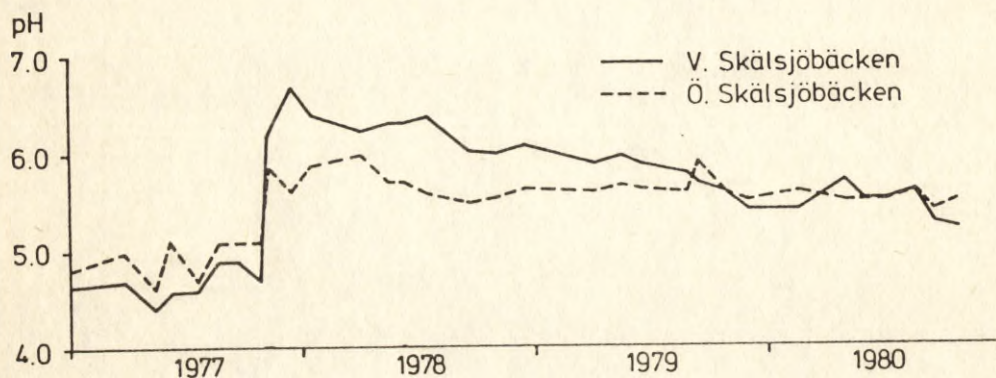
Figur 1. Generaliserad genomskärning av bäckfåra med tillrinningsområde.

Andra områden som kalkats är olika typer av myrar. Myrarna kan grovt indelas i kärr och mossar. Kärr bildas när sjöar och vattendrag växer igen eller när svackor med ytligt grundvatten försumpas. Kärr är utströmningsområden för grundvatten och sammanfaller oftast med ovan beskrivna områden. Mossar är tidigare kärr som vuxit på höjden och är därför inströmningsområden och ej lämpade för kalkning. Det ur mossen rinnande vattnet dräneras genom den s. k mosslaggen, som egentligen är ett kärr och därför lämplig för kalkspridning.

För ett lyckat resultat vid en våtmarkskalkning krävs en noggrann planering. För en icke specialist kan det kanske förefalla svårt att avgöra vad som är bra spridningsområden. Grovt kan sägas att områden i nära anslutning (<100 m) till sjö eller bäck där det "klafsar om fötterna" vid högvattenföring, är mättade utströmningsområden och bra spridningsområden. Vegetationens bottenskikt på sådana områden domineras av sumpmossor (vitmossoar och björnmossa) medan friskmossor (hus-, vägg- och kammossa) saknas eller kan förekomma mycket sparsamt. Dessa områden utgör vanligen 10-35% av tillrinningsområdet vid högvattenföring.

3. Resultat från några försök med kalkning av utströmningsområden

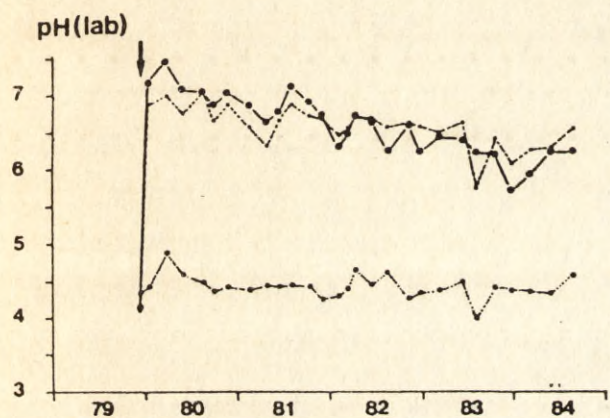
- 1) I två små avrinningsområden i nordvästra Västmanland kalkades längs bäckarnas utströmningsområden. På de lämpliga avsnitten är sluttningarna konkava och utströmningsområdena sträcker sig ca 10 m på vardera sidan av bäckfåran. På kalkade områden var givan 5.5 ton/ha vilket motsvarar 0.3 ton/ha utslaget på hela avrinningsområdet. pH-värdet i bäckarna ökade med ca 1 enhet och låg relativt stabilt under de följande 3 åren (Figur 2). Ca 20% av den tillförda kalkmängden beräknas ha kommit vattnet till godo under denna tid.



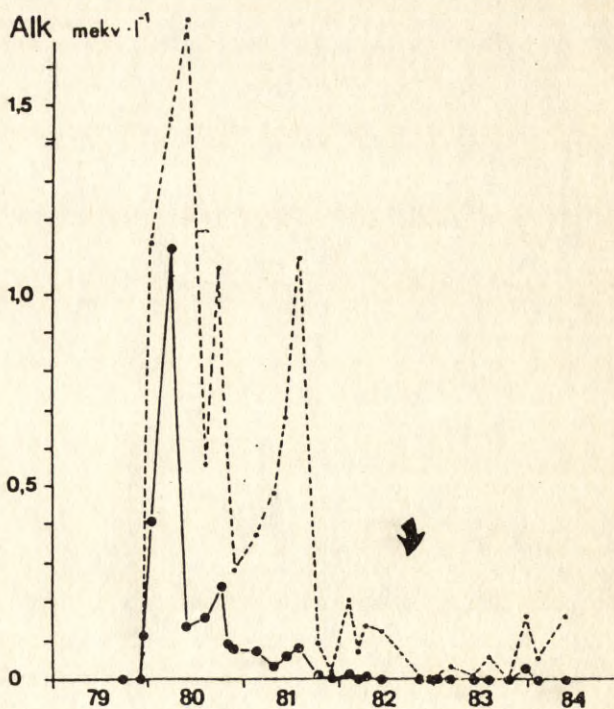
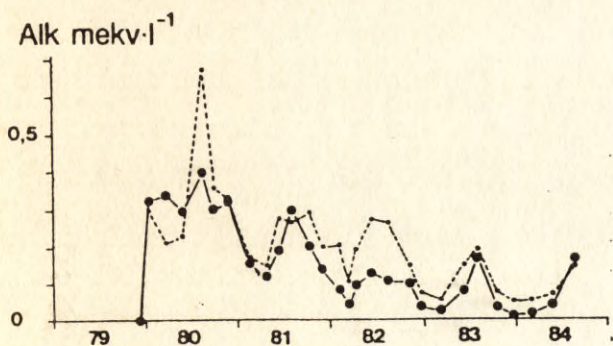
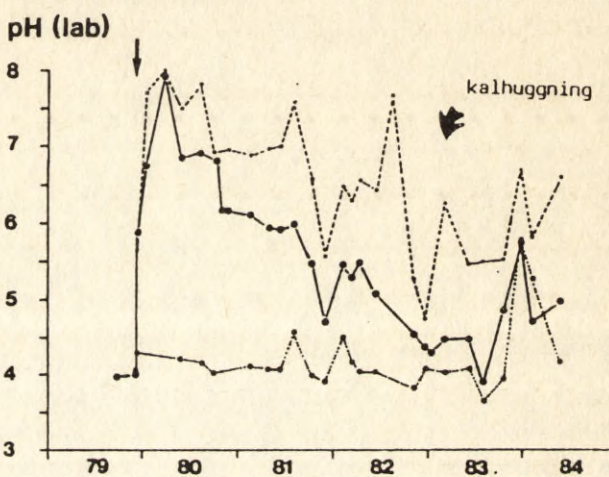
Figur 2. pH-värden i två små skogsbäckar före och efter kalkning av utströmningsområden.

2) I västra Sverige kalkades 2 avrinningsområden på samma sätt 1979. Kalkgivan var här ca 10 ton/ha på kalkade områden och 1.65 resp 1.45 ton/ha utslaget på hela avrinningsområdet. I Bråvattenbäcken (Figur 3) var pH-värdet tillfredsställande ännu 5 år efter insatsen, medan pH-värdet i Nordbäcken gick ned till 5.5 2-3 år efter kalkningen (Figur 3). Utöver pH- och alkalinitetsförhöjningen har aluminiumhalterna halverats efter behandlingen. Den tillförda kalken har lösts ut till 25-30% under perioden.

Bråvattenbäcken



Norbäcken



Figur 3. pH och alkalinitet i två västsvenska bäckar efter kalkning av utströmningsområden (B. Hasselrot et al. IVL, 1984).

3) Ett ca 7.6 km² stort område inom Lofsåns avrinningsområde i Härjedalen kalkades i oktober 1983. Sammanlagt spreds 140 ton (0.18 ton/ha) över utströmningsområden i Hammarbäckens närhet. På de kalkade områdena var givan i medeltal 1.65 ton/ha. Området är mycket speciellt genom att sjöandelen är liten, avrinningen kraftig under snösmältning och att försurningen medfört att halterna av framför allt järn, men även aluminium och mangan stigit avsevärt.

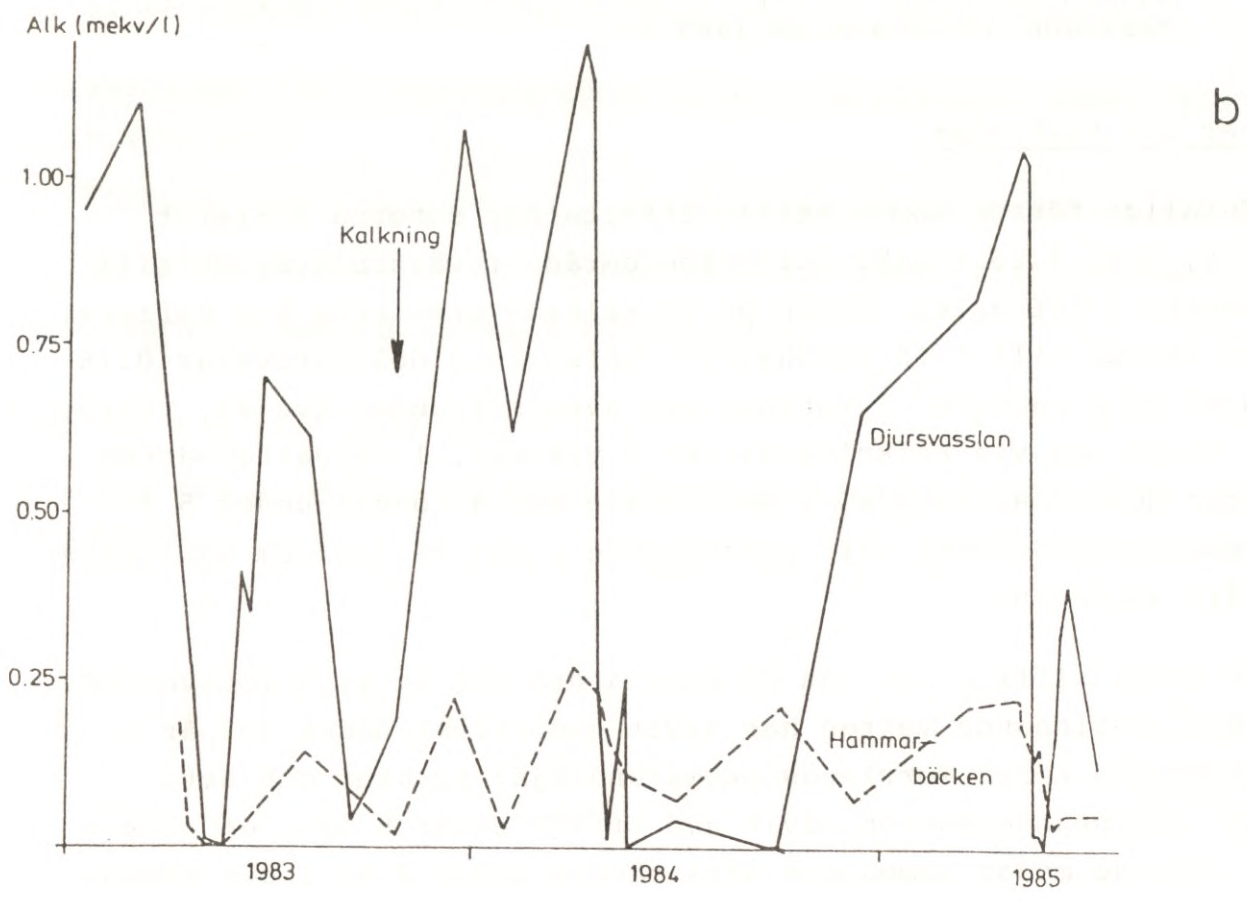
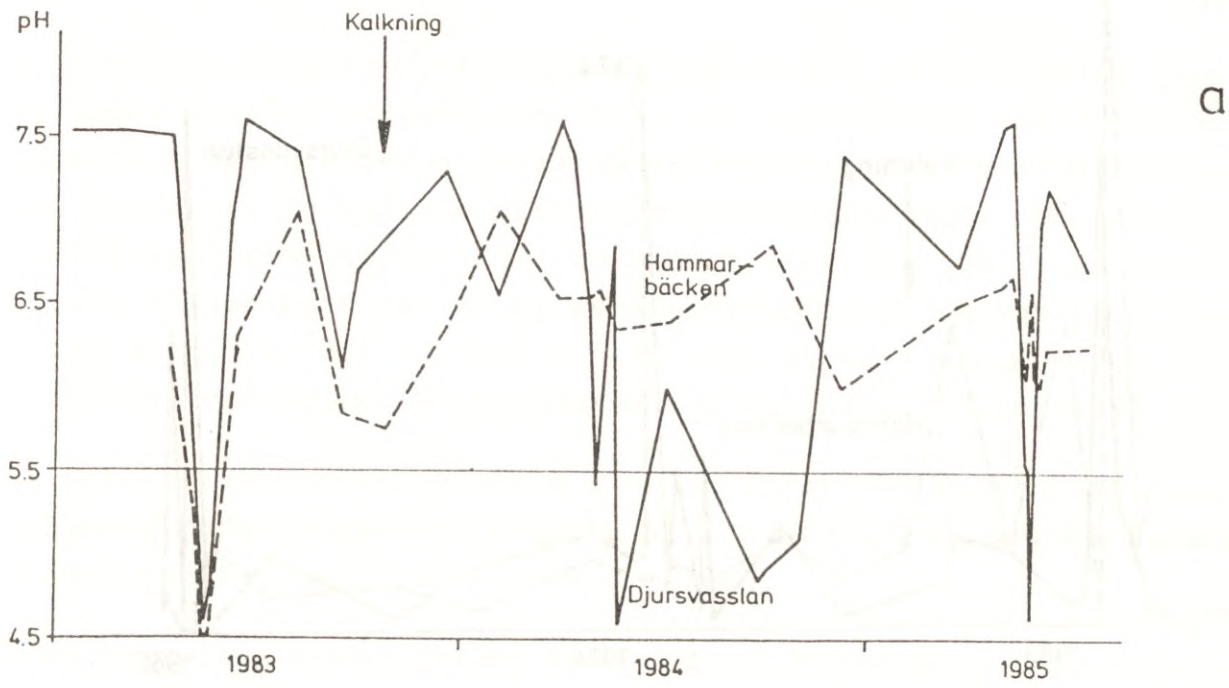
Under vårfloden 1983 var pH-värdet 4.5 men har sedan kalkningen inte understigit 6.0. Som jämförelse visas pH-variationen (7.6-4.6) i den vanligtvis mycket välbuffrade Djursvasslan (Figur 4a).

Under 1983 saknades alkalinitet i Hammarbäcken under ca 3 veckor men under 1984 och 1985 förmådde kalkningen att bibehålla alkalinitet i vattnet (Figur 4b). Djursvasslan rinner bitvis genom kalkrika områden och alkaliniteten är mycket hög (>1.2 mekv/l) under lågvattenföring. Trots detta saknar vattnet buffertförmåga under vårfloderna och höstfloden 1984 (Figur 4 b).

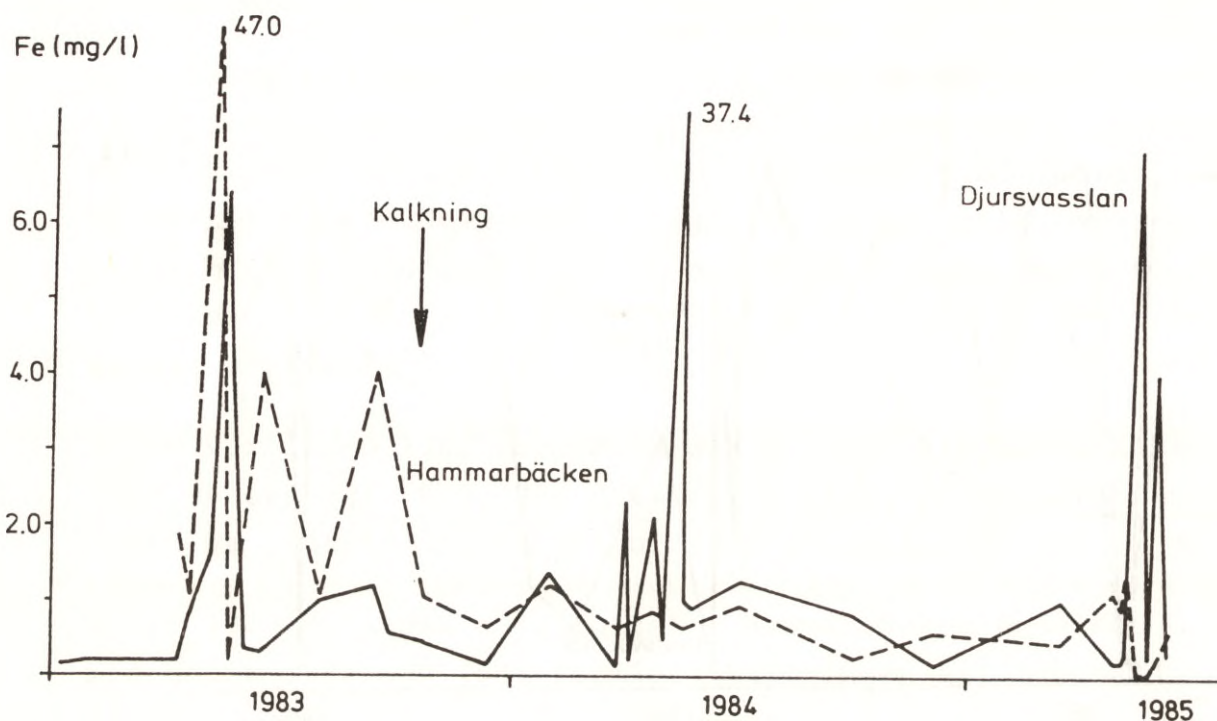
Vid vårfloden 1983 uppmättes en maximal järnkoncentration på 47 mg/l i Hammarbäcken. Efter kalkningen har halterna sjunkit och som regel varit <1 mg/l. I den okalkade Djursvasslan har utvecklingen varit den motsatta och en maximal koncentration på 37 mg/l uppmättes 1984 (Figur 5).

Burförsök med öringar under bl a vårfloden 1985 visade att samtliga öringar dog inom 1 dygn i Djursvasslan medan samtliga överlevde i den kalkade Hammarbäcken.

Av den tillförda kalken har hittills ca 16% uppmätts som kalciumförhöjning i bäckvattnet. Den största kalkmängden har dock åtgått för att fälla ut och fastlägga metallerna, framför allt järn, i marken. På grund av de mycket stora variationerna av koncentrationerna av t ex järn under året (Figur 5), är kalkförbrukningen för metallutfällningen vansklig att beräkna. Om järntransporten i Djursvasslan används som jämförelsenivå, har 51 ton kalk, dvs 36% av kalkgivan åtgått för att fälla ut järnet och hindra det från att nå vattendraget. Det sammanlagda kalkutnyttjandet skulle i så fall hittills vara ca 52%, vilket får sägas vara ett mycket bra resultat.



Figur 4. pH (a) och alkalinitet (b) i den kalkade Hammarbäcken och okalkade Djursvasslan 1983-85.



Figur 5. Koncentrationen av järn i den kalkade Hammarbäcken och okalkade Djursvasslan 1983-85.

4. Doser och kostnader

I de fåtaliga försök som hittills utförts har doserna varierat kraftigt, från 1.65 ton/ha avrinningsområde i västra Sverige till 0.18 ton/ha i Lofsdalen. Dosen på de kalkade arealerna har varierat från 10 ton/ha till 1.65 ton/ha. För Lofsdalens del motsvarar 0.18 ton/ha ca $20 \text{ g CaCO}_3/\text{m}^3$ i vattnet som avrunnit under två år, vilket är en vanlig dos vid kalkning direkt i vattnet. I Bråvattenbäcken motsvarar dosen ca $100 \text{ g}/\text{m}^3$ i det vatten som avrunnit under 5 år. I Västmandlandsbäckarna blir motsvarande mängd $26 \text{ g}/\text{m}^3$ om man räknar med 3 års avrinning.

Utifrån dessa siffror kan man då konstatera att en giva motsvarande $20\text{-}26 \text{ g}/\text{m}^3$ avrinnande vatten har givit god effekt under 2-3 år i Bergslagen och södra Norrlands skogsland-fjälltrakter och att $100 \text{ g}/\text{m}^3$ avrinnande vatten givit god effekt under 5 år i en bäck i västra Sverige medan samma dos bara räckte under 2 år i ett närbeläget avrinningsområde.

En förutsättning för ett bra resultat är att kalken sprids över så stora arealer som möjligt, utan att man för den skull gör avkall på kravet att arealerna skall vara lämpliga, dvs av tidigare beskriven karaktär. De mättade utströmningsområdena utgör som nämnts 10-35% av avrinningsområdet vid högvattenföring och i Lofsdalen spreder kalken över ca 11% av avrinningsområdet. Om man bara sprider längs bäckar är det av vikt att så lång sträcka som möjligt behandlas, dvs även de små bäckgrenarna upp mot källflödena måste kalkas.

En bra våtmarkskalkning måste i dag utföras med helikopter. Spridningskostnaden varierar, framför allt p g a framflygningssträckans längd, men är vanligtvis 500-650 kr/ton.

Även om spridningskostnaden är betydligt högre än med annan metod och utnyttjandegraden av tillförd kalk är lägre än vid sjökalkning eller direktdosering, så har metoden mycket stora fördelar:

- fastlägger för vattenorganismerna giftiga metaller innan de nått vattendraget,
- effekten i vattendraget är i stort sett oberoende av vattenföringen,
- inga problem med krånglande mekanik, dvs ingen tillsyn krävs,
- fungerar under alla klimatförhållanden.

För den som vill läsa mer:

H. Grip och A. Rodhe. Vattnets väg från regn till bäck. FRNs förlag. Stockholm.

BIOLOGISKA EFFEKTER AV KALKNING

Erik Degerman, Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.

INLEDNING

Sjöar är ofta möjliga att kalka med gott resultat, dvs så att pH ej understiger 6.0. Endast ett fåtal exempel föreligger från sjökalkningar där god vattenkemi ej erhållits.

De sjöar som är utsatta för försurning är ofta näringsfattiga och under själva försurningsprocessen kan denna näringsfattigdom öka ytterligare. Undersökningar vid Gårdsjön, ett mycket välstuderat forskningsobjekt i södra Bohuslän, har visat att näringsämnet fosfor binds hårdare i försurad mark samt även binds av aluminium i sjön.

Produktionen i sjöar styrs av växternas förmåga att utnyttja solljuset. Denna primärproduktion utnyttjas sedan i två större näringskedjor, dels en kedja som utnyttjar ruttnande växter och dels en kedja som lever av levande växter och där större djurformer lever av de mindre växtätarna. Primärproduktionen sker dels av högre vegetation och alger rotade i botten samt dels av mikroskopiska växtplankton som svävar i vattenmassans övre lager eller sitter fast på stenar och högre växter.

PRIMÄRPRODUKTION - DVS VÄXTPLANKTON, ALGER OCH HÖGRE VÄXTER.

Under försurningsfasen minskar således näringstillgången samtidigt som vattnet ofta blir klarare och brist på vätekarbonat uppstår. Detta i kombination med att aluminium uppträder i höga koncentrationer leder till en förändring och utarmning av växtplankton.

Växtplanktons betydelse minskar medan bottenvegetationens ökar. En utarmning av antalet arter sker också och på bottenarna kan stora mattor av vitmossa breda ut sig.

Kalkning har i olika sjöar gett olika resultat på växtplankton, men generellt kan sägas att efterhand erhålls en för det aktuella pH normal flora. Vissa växtplanktongrupper, exempelvis kiselalger, kan dock ha svårighet att återetableras. Omedelbart efter kalkningen kan ofta en "onormal" flora tillfälligt dominera och den totala mängden växtplankton minskar, men förhållandena normaliseras snabbt. Generellt kan sägas att den totala mängden växtplankton och dess produktionskapacitet på sikt påverkas föga av kalkning.

Högre växter har i olika undersökningar ej visat några förändringar efter kalkning. De bottenäckande mattorna av vitmossor försvinner dock och detta bidrar positivt till att få igång de naturliga mineraliseringsprocesserna igen. Från vissa sjöar har stora förändringar påvisats, bl a har kalkkrävande växter (ex. Chara) ökat

efter kalkning.

DJURPLANKTON

Antalet arter av djurplankton (som huvudsakligen utgörs av små kräftdjur och s.k. hjuldjur) minskar i försurade vatten. Främst brukar antalet arter av hinnkräftor minska. I samband med att även fiskfaunan drabbas av försurningen minskar fiskarnas nedbetning av djurplankton. Istället gynnas storväxta djurplankton som i sin tur äter av de mindre arterna.

Efter kalkning brukar samma arter av hjuldjur förekomma som innan, men i högre antal. Detta antas vara en effekt av ett ökat näringsutbud i form av bakterier och infusionsdjur. För kräftdjursplankton har förändringar i artsammansättning i flera fall registrerats efter kalkning. Dessa förändringar beror dels på att försurningskänsliga arter återkommer samtidigt som förändringar i förekomst av fisk och växtplankton skapar förändrade livsbetingelser för kräftdjursplankton. Näringsutbudet kan också förändras genom att mängden humus förändras. En varaktigt god vattenkemi ger en artrikare djurplanktonfauna.

BOTTENDJUR

Bottendjursfaunan (insekter, kräftdjur, snäckor, musslor, maskar och andra ryggradslösa djur) utgör en brokig grupp med en mängd olika specialiteter. Vissa arter äter ruttnande växtdelar medan andra livnär sig på levande växter eller som rovdjur. Som en följd drabbar försurningen olika grupper olika hårt och på olika sätt. Generellt sker dock en drastisk reduktion av antalet arter vid en försurning.

Snäckor och musslor drabbas hårt av försurning och efter kalkning har i flera fall arter som antagits vara försvunna åter påträffats i sjön. Ofta krävs dock en aktiv återinplantering. Själva kalktillförseln är viktig för molluskernas skaluppbyggnad och i en norsk sjö visade sig detta genom att förutom att antalet ärtmusslor ökade så fick de också tjockare skal.

Totalt sett för alla grupper av bottendjur har man i så gott som samtliga fall erhållit fler individer och arter efter en kalkning jämfört med vid försurade förhållanden. I enstaka fall har kalkningen medfört ett minskat förekomst av bottenfauna (oftast fjädermyggor) i sjöars djupbotten. Detta har tillskrivits eventuellt vara en effekt av att aluminium och andra tungmetaller som funnits i det försurade sjövattnet efter kalkning har fällts ut till bottensedimenten och därigenom konsumerats av bottenfaunan.

KRÄFTOR

Kräftor, vår inhemska flodkräfta och den införda amerikanska signalkräftan, drabbas i ett tidigt skede av försurningen. Försämrad föryngring, brist på kalk till skaluppbyggnad samt stress på grund av den höga halten vätejoner i vattnet är huvudorsaker.

Efter kalkning har skiftande resultat erhållits. I ett fall där en lång observationsserie föreligger har en signifikant positiv ökning av fångsten av kräfta ökat. I sexton andra vatten som studerats närmare har fångsten ökat i hälften och minskat eller varit oförändrad i hälften efter kalkning. Troliga orsaker till utebliven fångstökning är att kalkningen inte förmått bibehålla bra pH i vatten i strandzonen under hösten/våren samt att de utförda kalkningarna inte varit tillräckligt varaktiga, dvs en gradvis återförsurning har inverkat. Det måste också hållas i åtanke att ett kräftbestånd tar flera år att bygga upp - man kan få vänta 10-15 år efter en nyanplantering innan beståndet når sin optimala täthet.

En bidragande orsak kan också vara att kräftorna, liksom plankton, regleras av fiskbestånden. Exempelvis abborre, lake och ål äter gärna kräftor och förändringar i antal eller individstorlek hos dessa fiskarter kan påverka kräftfångsten. I vissa fall kan eventuellt också de nya starka årsklasser av abborre som uppstår konkurrera med kräftorna om bottendjuren.

FISK

I korthet kan sägas att i de fall ett försurat vatten kalkats så att ett acceptabelt pH erhållits kan man redan efter 2-3 år se positiva effekter på fiskbestånden.

Vid undersökningar av fiskbestånden används så kallade översiktsnät. Dessa nät är uppbyggda av delnät med sinsemellan olika maskstorlek (10-50 mm stolplängd). De minsta fiskar som fångas med dessa nät är 7-8 cm.

Vid fiske i 26 sjöar som hade lågt pH (<5.5) före och bra pH ($>5.5-6$) i minst 3 år efter kalkning ökade antal fångade fiskar per översiktsnät tre gånger. Ökningen berodde främst av att rekryteringen av unga abborrar och mörtar ökat. Samtidigt som dessa unga stadier ökat dör de äldre fiskarna naturligt bort och som en följd hade inte den totala fångstvikten per nät ökat. Detta avser fisken utförda endast 2-4 år efter kalkning. På sikt kan man räkna med en betydligt ökad fiskavkastning.

Studier av abborrars tillväxt i 14 sjöar har visat att i medeltal ökar tillväxten måttligt hos de yngsta årsklasserna. Hos äldre fisk ökar tillväxten 6-11%. Den förbättrade tillväxten torde delvis bero direkt av den bättre vattenkvaliteten, dvs en uthärdligare miljö, och delvis av en ökad födomängd för fisken.

Antalet arter brukar sällan förändras efter kalkning. I de fall den känsliga mörten eller öringen försvunnit från ett vatten räcker det inte med att bara återskapa en god vattenkemi, utan åtgärden måste kombineras med återinplantering. Vid studier av 47 kalkade vatten påvisades endast i två fall att fiskartsammansättningen hade förändrats signifikant jämfört med förhållandena före kalkning. I båda fallen var det bestånd av mört som under försurningsfasen varit decimerade som efter kalkning ökat väsentligt i jämförelse med abborre. Det torde i dessa fall snarast ha varit en återgång till de "naturliga förhållanden" som rått före försurningen.

FÖR DEN SOM VILL LÄSA MER:

-Ekologiska effekter av kalkning i försurade sjöar och vattendrag.

Eriksson, F., Hörnström, E., Mossberg, P., Nyberg, P. 1982.
Inf. från Sötvattenslaboratoriet nr 6.

-Kalkning av sjöar och vattendrag 1977-1981.

Fiskeristyrelsen & Naturvårdsverket, 1981.
Inf. från Sötvattenslaboratoriet nr 4.

-Effekter av försurning och kalkning på populationer av flod- och signalkräfter. (En sammanfattning med åtta bilagor)

Appelberg, M., 1985.
Limnologiska institutionen vid Uppsala Universitet, skrift nr B7 (LIU B:7).

-Kalkning av surt vann.

Kalkningsprojektet - slutrapport 1985.
Miljöverndepartementet & Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk.
Baalsrud, K., Hindar, A., Johannesen, M., Matzow, D., 1985.
Adress: Fylkeshuset, 4800 Arendal, Norge.

BIOLOGISKA EFFEKTER AV KALKNING I RINNANDE VATTEN

INLEDNING

Rinnande vatten kan vara svåra att kalka på grund av att stora flödesvariationer uppträder, framför allt vid snösmältning och höstregn. Surt vatten kan då dominera i vattendragen och dessa, ofta kortvariga, surstötter är av avgörande betydelse för faunan. Ett ytterligare problem är tillförseln av metaller - aluminium, järn och mangan - från omgivande mark.

Rinnande vatten är i regel produktiva, men produktionen beror till stor del av tillförsel från omgivande mark och uppströms sjöar. Från land tillföres löv och andra växtdelar, medan sjöar och andra lugnvatten bidrar med utdrivande mikroskopiska växtplankton och smådjur. Näringskedjan börjar således inte som i sjöar med växternas tillvaratagande av solljus och därefter med att djur äter dessa växter, utan snarare med bakterier, svampar och smådjur som bryter ned växtdelar som hamnat i vattendraget.

Vattendragens flora och fauna varierar utmed sträckningen inom samma vattendrag beroende på faktorer som strömshastighet, beskuggning och näringstillförsel. Högre vegetation är bara vanligt i små, öppna näringsrika vattendrag och knappast i den typ som är aktuell i kalknings-sammanhang. Alger och mindre växter utgörs ofta av små former anpassade till att inte ryckas bort av vattenströmen. På samma sätt varierar smådjursfaunan mellan strömanpassade, platta former till mjukbottengrävande eller frisimmande former i lugnare vattenavsnitt.

Sedan starten 1976 har ett flertal (ca 100) kalkningsinsatser gjorts för att motverka försurningen i mindre vattendrag. I flera fall har positiva effekter uteblivit på grund av att kalkningsinsatsen ej varit effektiv. En bra kalkning skall medföra att pH är över 6 hela året. De misslyckade kalkningarna kommer inte närmare att presenteras nedan.

Den biologiska uppföljningen av kalkning i rinnande vatten har i huvudsak varit inriktad på att studera smådjur (insekter och kräftdjur) och fisk, medan lägre organismer som alger, växter, svampar m.m. ägnats liten uppmärksamhet. Tillståndet hos populationerna av smådjur och fisk utgör dock ett bra mått på hur hela ekosystemet mår.

EFFEKTER PÅ VEGETATION

I sjöar har man visat hur vitmossor gynnas av försurningen, och i vattendrag kan ibland alger öka. Efter kalkning med doserare har observationer visat att arter av levermossor och rödalger som gynnas av humusrikt surt vatten missgynnats. Näckmossor (*Fontinalis*-arter) som är dominerande i flera av de vattendrag som kalkats har vid sjökalkningar inte visat sig vara känsliga för kalkningar.

EFFEKTER PÅ BOTTENFAUNA

Försurningen har medfört en kraftig utarmning av bottenfaunan i rinnande vatten, speciellt grupper som dagsländor, små kräftdjur samt musslor och snäckor har drabbats. Vissa arter har på grund av försurningen gynnats då konkurrerande arter slagits ut och fiskfaunan ofta minskat. Efter kalkning har vattenmiljön förbättrats betydligt och de olika decimerade djurgrupperna återkommit beroende på respektive grupps möjlighet att ta sig tillbaka till det åtgärdade vattnet. I de fall populationer av arterna funnits uppströms har nya individer snabbt kunnat driva nedströms och besätta det kalkade vattnet. Men ofta har de olika djurgrupperna slagits ut uppströms och måste återinvandra från vatten längre ned. Insekter som har flygande stadier kan i dessa fall snabbt återkomma medan snäckor, musslor och kräftdjur har det svårare.

Få kvantitativa undersökningar av effekter på bottenfauna finns, men ett omfattande landstäckande material är under insamling. De flesta hittills redovisade undersökningar är utförda i sjöar. Efter kalkningar av Boksjö-Kornsjöarna i Dalsland fann man en markant ökning (7 ggr) av mängden smådjur nedströms den nedersta sjön. Men på andra vattendragsavsnitt hade mängden smådjur ej förändrats efter kalkning.

Vid undersökningar av smådjur (bottenfauna) nedströms nio doserare fann man att bottenfaunan var av sämre status (färre arter och få försurningskänsliga arter) än i icke-försurade vattendrag, men att bottenfaunan i sju fall var bättre eller obetydligt bättre än i försurade vattendrag. I två fall var faunan sämre och detta antogs bero av att doserarna stannat och att surt vatten tillätits slå ut den försurningskänsliga fauna som varit under uppbyggnad. Ju äldre och mer omfattande en kalkningsinsats med dessa doserare varit desto mer hade bottenfaunan närmat sig den i icke-försurade vattendrag.

Nedströms doserare bildas ibland kalkbankar som hyser en svag bottenfauna. Dessa kalkbankar är av ringa omfattning och kan endast utgöra ett mycket lokalt problem.

EFFEKTER PÅ FISK

Undersökningar föreligger i huvudsak endast från vattendrag med öring, lax, elritsa och simpa som dominerande arter.

Rekryteringen, mätt som andel av öringpopulationen som utgörs av ensamrig fisk, förbättras betydligt i kalkade vatten. I flera fall har kalkningar utförda under senvinter/vår givit god överlevnad redan påföljande sommar, dvs den förbättrade vattenkemin vid tiden för yngelns kläckning och första tid i vattnet har varit mycket viktig.

Lax och öring uppträder ofta i samma vattendrag. Laxen föredrar dock de nedre delarna. Det har visats att lax är något känsligare än öring för försurning och därför först minskar i antal. Efter lyckade kalkningar har lax återkommit till vattendragsavsnitt som åren omedelbart före kalkning enbart hade öring.

Antal öringar per ytenhet ökar snabbt efter en lyckad kalkning. Beroende på kalkningsmetod och dess kontinuitet blir den positiva effekten olika uttalad och varaktig. I de fall vattendragen kalkats med en enstaka insats i uppströms sjö avklingade den positiva effekten inom 1-4 år men när kalkningen av den uppströms belägna sjön upprepas eller utföres mer eller mindre årligen har den positiva effekten kunnat bibehållas (figur 1 b,c). I Högvadsån, Halland, har ett liknande resultat erhållits genom att kombinera kalkning av uppströms sjöar med kontinuerlig kalkdosering i ån (figur 1 d). I detta fall hade dock kalkdoseringen vid höga vattenflöden inte förmått neutralisera negativa effekter av surt vatten och höga halter aluminium, varigenom kalkningen ej givit lika goda förhållanden som i ett opåverkat vatten. Under de senaste åren har dock resultaten förbättrats betydligt och kalkningen måste betraktas som mycket lyckosam.

I kalkningsprojektet Vammsjöarna i norra Bohuslän gav kalkning år 1974 god förekomst av öring. Efterhand reducerades öringförekomsten på grund av återförsurningen. En förnyad kalkning av uppströms sjöar vidtogs 1983, men gav då endast liten eller rent av ingen positiv effekt (figur 1 f). Troligen har den använda kalken - s.k. T-kalk -, som är mycket löslig, givit upphov till alltför höga pH-värden. Detta i kombination med att sjöarna innan kalkning hade höga halter aluminium kan ha medfört en tillfällig negativ effekt. Hade vanlig kalksten använts torde pH ej ha överstigit 8.3 medan i det rapporterade fallet pH över 9 uppmättes.

Elritsa (kvidd, äling m.fl. namn) är känslig för försurning och har minskat i förekomst i flera sura vattensystem. Ofta finns dock arten kvar i partier med bättre vattenkvalitet. I Storån, som rinner från Älvsborgs län ned till Hallands län, gav kalkning en fördubblad täthet av elritsa, men denna ökning var ej statistiskt säkerställd.

I två vattendrag på västkusten har man observerat att simpor ökat efter kalkning, medan öring i samma vatten ej ökat i motsvarande grad. I dessa fall tycks dock kalkningarna inte ha varit effektiva och surstötter har troligen uppträtt vid snösmältning. Detta har missgynnade öring medan simporna som leker på senvåren och vars yngel kläcks redan efter 3-4 veckor kan ha större tur med vattenkvaliteten.

KALKNING ALLENA RÄCKER EJ ALLTID!!

I samtliga Sveriges vattendrag föreligger någon form av vandringshinder för fisk och smådjur. Kalkningsinsatser kan därför producera bra vattenkvalitet utan att detta kommer den "ursprungliga" faunan tillgodo. Det bör alltid eftersträvas att eliminera dessa hinder i samband med kalkningarna. I vissa fall är det också nödvändigt att återintroducera fiskarter och näringsdjur.

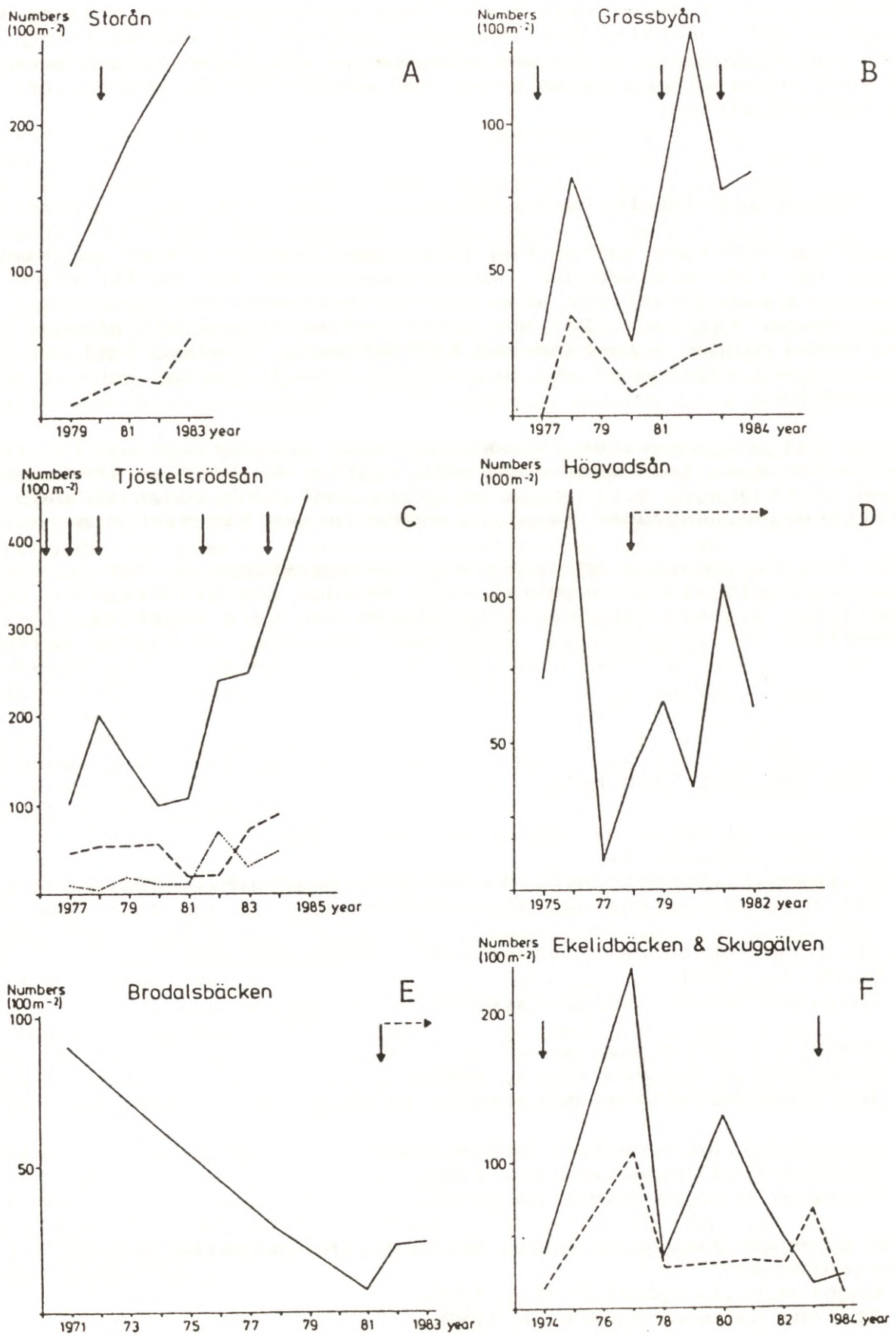
Enligt vad som påpekades inledningsvis är tillförseln av växtrester m.m. från omgivande mark viktig. En bärd av träd utmed vattendragen tillförsäkrar detta samt förhindrar strandbrinkserosion, erbjuder lämpliga ståndplatser för fisk m.m.

I de fall reningsverk är belägna i vattensystemen är det väsentligt att aluminiumsulfat inte används som fällningskemikalie. I försurningskänsliga vatten bör kalk användas i stället.

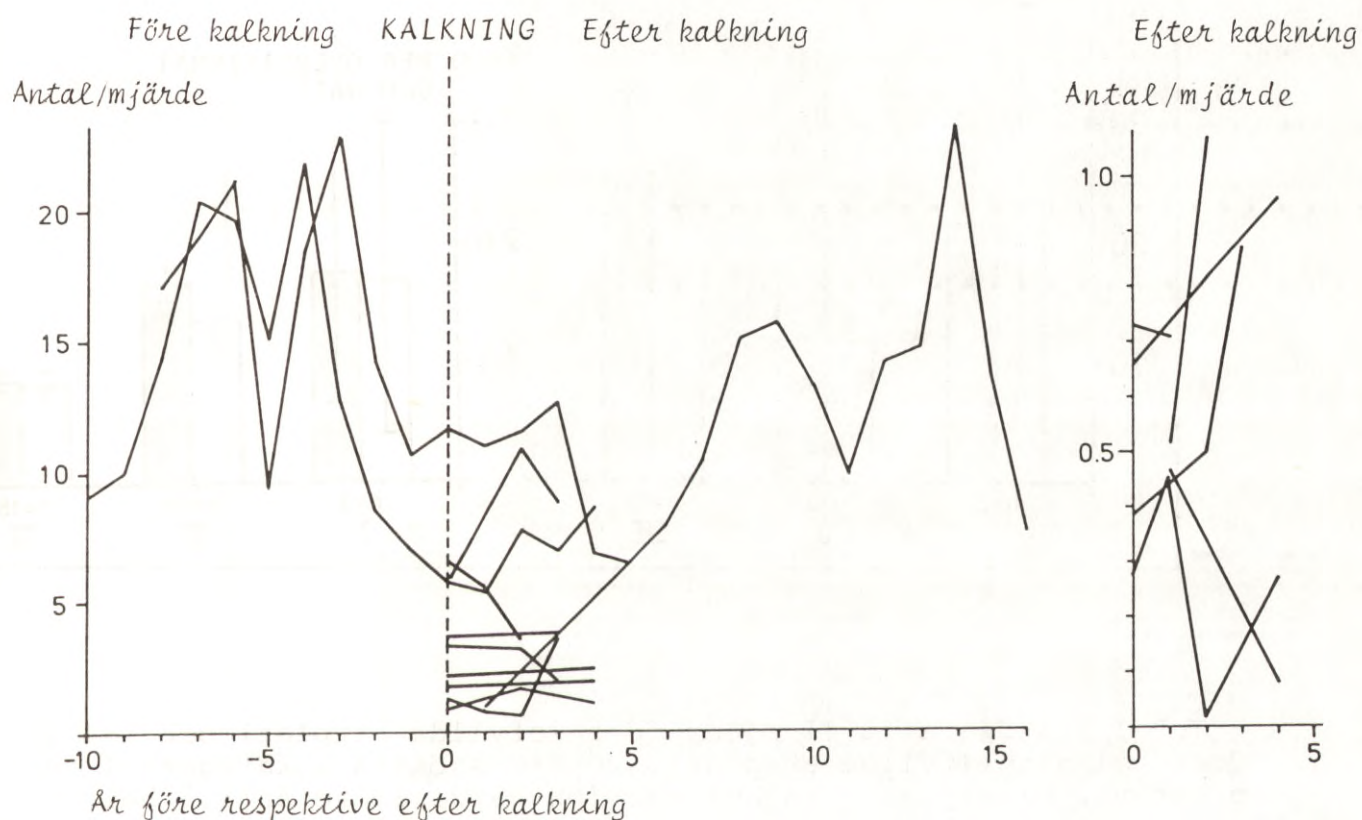
FÖR DEN SOM VILL LÄSA MER:

- Ekologiska effekter av kalkning i försurade sjöar och vattendrag.
Eriksson, F., Hörnström, E., Mossberg, P., Nyberg, P., 1982.
Inf. från Sötvattenslaboratoriet nr 6.
- Kalkningseffekter på öringbestånd i Tjöstelsrödsån.
Lundh, I., 1981.
Inf. från Sötvattenslaboratoriet nr 7.
- Fiskevård i små rinnande vatten.
Andersson, B.O., med flera, 1983.
Inf. från Sötvattenslaboratoriet nr 6.
- Hur påverkar kalkdoserare bottenfaunan?
Engblom, E., Lingdell, P.-E., 1985.
Statens Naturvårdsverk pm 1994.
- Hur påverkar reningsverk med olika fällningskemikalier bottenfaunan?
Engblom, E., Lingdell, P.-E., 1985.
Statens naturvårdsverk pm 1798.

FIGUR I. Antal lax- och öringungar per 100 m² bottenyta i sju kalkade vattendrag. I delfigur a,b och c ingår flera stationer från samma vattendrag. Pil markerar enstaka sjökalkning, medan streckad linje avser kalkning med doserare.

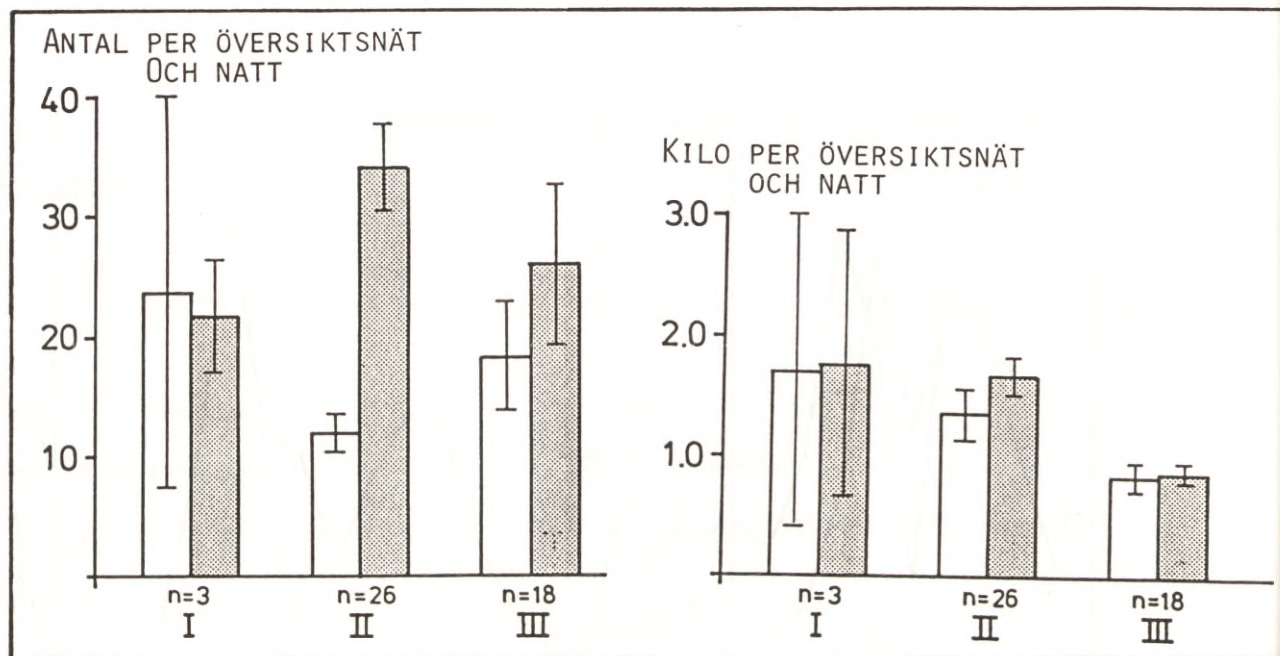


2. KRÄFTFÅNGST PER MJÄRDE OCH NATT I 17 KALKADE VATTEN
FÖRE OCH EFTER KALKNING.



Kalkningens effekt på kräftbestånden är varierande i dessa försök. Förklaringarna kan vara flera; Troligen kan surstötar i strandzonen uppträda även i kalkade vatten. Vid kalkningen ökar snabbt fiskmängden, framför allt abborren, som dels kan äta unga kräftor, dels kan konkurrera med kräftorna om födan. Vidare tar det cirka fem år innan de första kräftorna som kläckts efter kalkningen är tillräckligt stora för att fångas i burarna.

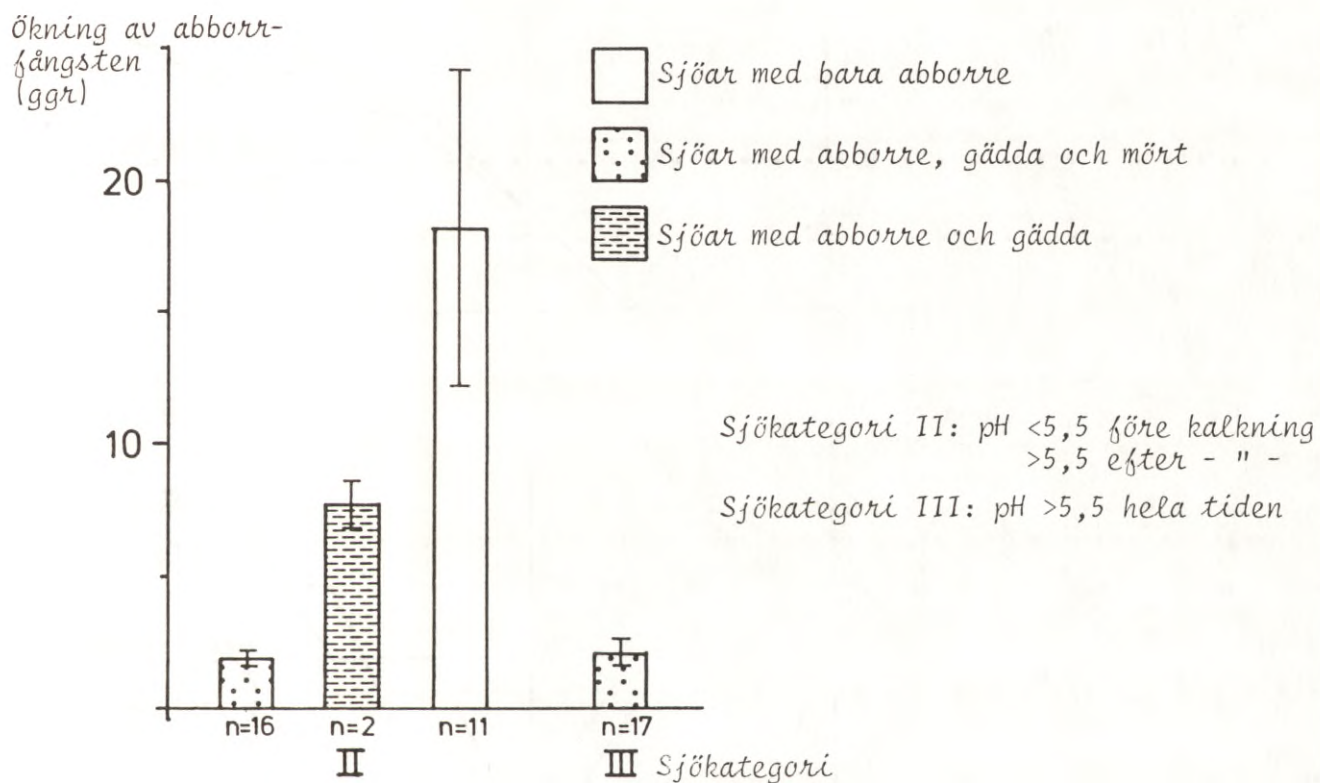
3. KALKNINGENS EFFEKT PÅ FISKFÅNGSTEN I 47 KALKADE SJÖAR.



Total fiskfångst i 47 sjöar före (ofyllda staplar) och 2-4 år efter kalkning (fyllda staplar). De tre sjöarna i kategori I representerar misslyckade kalkningar (pH-värde lägre än 5,5 hela tiden). De 26 sjöarna i kategori II hade ett pH-värde under 5,5 före kalkning och över 5,5 efter kalkning. Sjöarna i kategori III har haft ett pH-värde över 5,5 hela tiden.

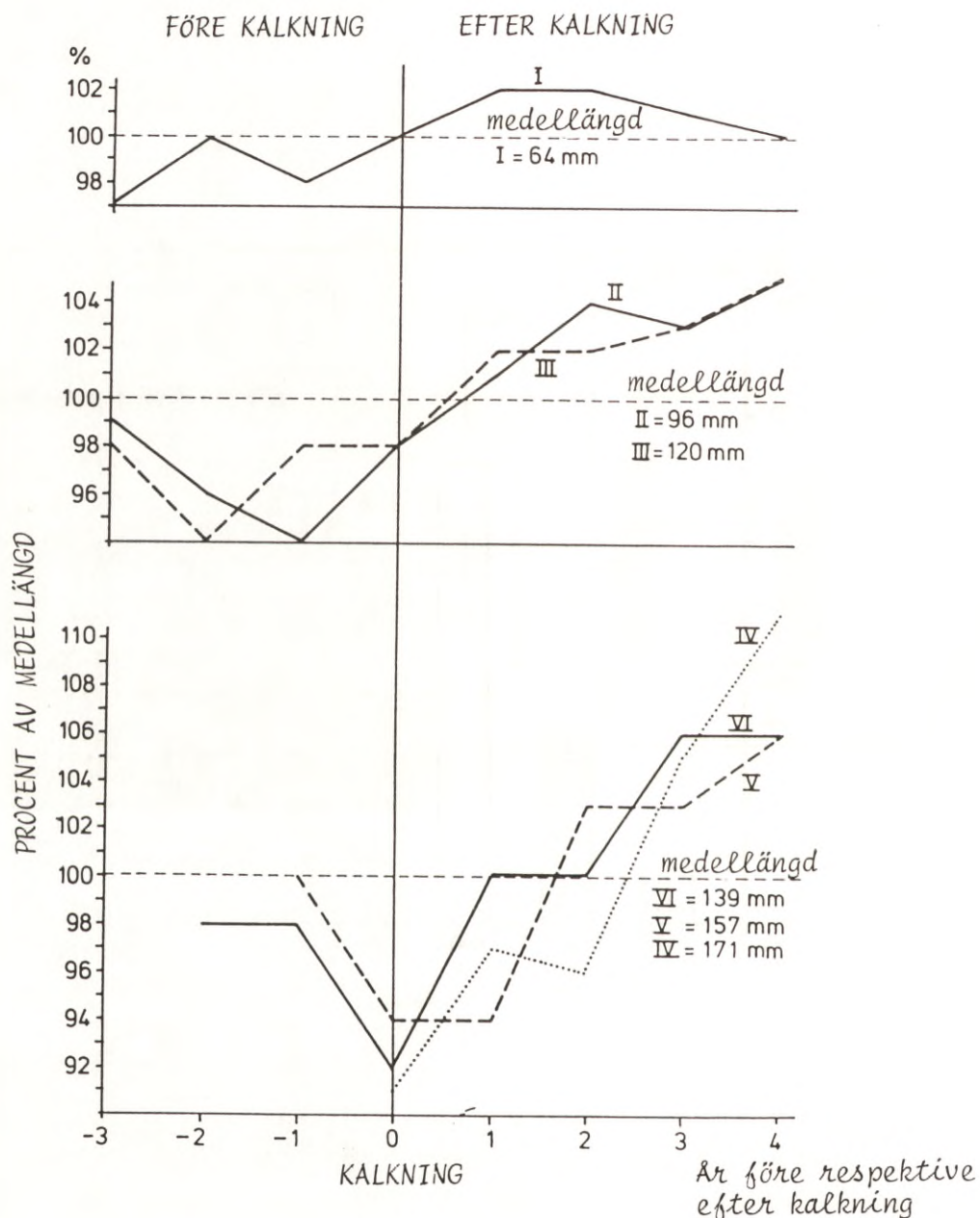
Staplarna är medelvärden och strecken visar variationsbredden. Vikten hos fisken har inte ökat så mycket som antalet fiskar beroende på att det mest fanns stora och gamla fiskar före kalkning. Efter kalkning har förökningen åter kommit igång, samtidigt som de äldre fiskarna dör av. På några års sikt kommer sannolikt även fiskvikten i de kalkade sjöarna att öka mer.

4. ÖKNINGEN AV ABBORRFÅNGSTEN PER NÄT EFTER KALKNING
(JÄMFÖRT MED FÖRE KALKNING).



I sjöar med abborre, gädda och mört fördubblades abborrbestånden efter kalkning, i sjöar med bara abborre och gädda blev abborrbeståndet 8 gånger större och i sjöar med enbart abborre ökade beståndet 18 gånger efter kalkning!

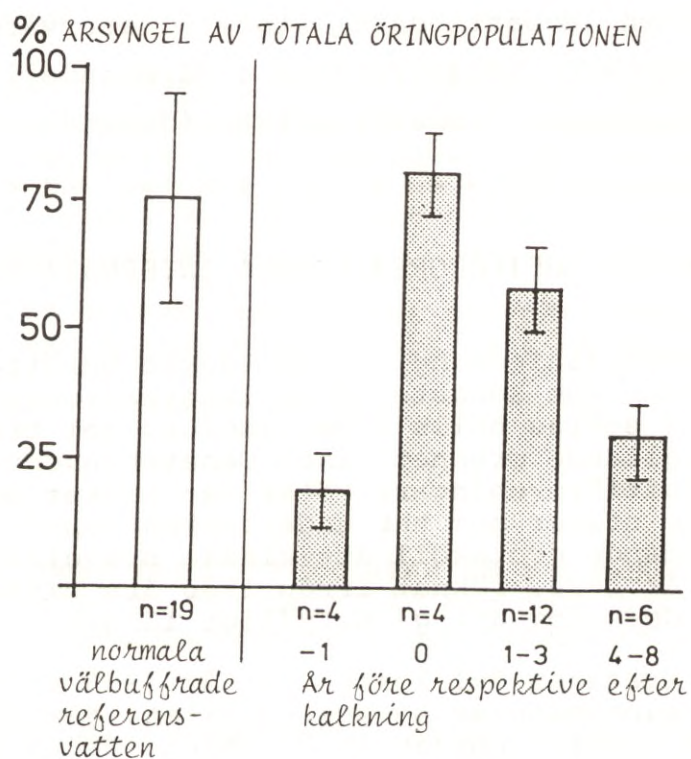
5. TILLVÄXTFÖRÄNDRING HOS 1-6 ÅR GAMMAL ABBORRE EFTER KALKNING.



Vid kalkning får vi mer fisk i sjön, men hur går det med tillväxten? I en försurad sjö kan den enskilda fisken kanske växa bättre, eftersom fiskbeståndet är utglesat. Figuren visar vad som har hänt med abborrarnas längd i 14 kalkade sjöar. De romerska siffrorna anger abborrens ålder. Den ettåriga abborren visar en tillväxtökning på som mest 2 %, den tvååriga en tillväxtökning på upp till 4 % och de äldre abborrarna en ännu större tillväxtökning.

Anledningen till tillväxtökningen är dels en större produktion av växt- och djurplankton, dels för den äldre fisken ökad tillgång på liten abborre som föda.

6. ANDEL ÅRSYNGEL (0^+) AV ÖRING I KALKADE VATTENDRAG PÅ VÄSTKUSTEN.



Året innan kalkning är öringreproduktionen dålig, de yngsta stadierna utgör bara ca 20 % av öringpopulationen. Vid kalkningen får man direkt en bättre förökning, de yngsta stadierna utgör 75 % av fiskfaunan. Det är till och med så att vid kalkning på våren får man en ökad kläckning av rom i maj-juni. I takt med återförsurningen avklingar den positiva effekten.

I panelen:

Bo Bengtsson, Fiskeristyrelsen

Erik Bergman, Svenska kalkföreningen

William Dickson, Statens naturvårdsverk

Karl-Erik Hellstrand, Emmaboda kommun

Eva Melander, Svenska kommunförbundet

Göran Persson (debattledare), Statens naturvårdsverk

Göran Pettersson, Länsstyrelsen i Värmlands län

Per-Erik Sandberg, Fiskevattenägareförbundet

BEGRÄNSNING AV LUFTFÖRORENINGARNA INTERNATIONELLT

Göran Persson (inledning) - Jag tänkte berätta lite om vad som har hänt under den senaste tiden internationellt på försurningsområdet. I somras hölls i Helsingfors det tredje mötet med det s k "verkställande organet" inom Genevekonventionen om gränsöverskridande luftföroreningar. Mötet var mycket positivt såtillvida att 21 av de stater som har undertecknat konventionen förband sig i ett bindande protokoll att minska svavelutsläppen med minst 30 % till år 1993, räknat ifrån 1980 års nivå. Flera av länderna kommer dessutom att gå betydligt längre.

För Sveriges del kommer det år 1995 att betyda en 40-50 procentig minskning av svavelnedfallet, jämfört med när nedfallet var som högst i början av 70-talet. Redan idag kan man märka spår av dels vår egen utsläppsminskning, dels den som har skett i grannländerna.

Helsingforsmötet i somras är det första riktiga steget mot minskade utsläpp i Europa. Alla länder av betydelse för Sverige, utom Polen och England, skrev på protokollet om utsläppsminskning. Polackerna sa att de var mycket medvetna om problemet, särskilt vad som händer i det egna landet, men att deras tekniska och ekonomiska situation hindrade dem från att utlova 30-procentiga utsläppsbegränsningar. Många hade förståelse för den inställningen.

Däremot är det svårare att förstå britternas ställningstagande. Från 1980 till dagens läge har de engelska svavelutsläppen redan minskat med omkring 20 %. Det kommer rentav att bli svårt för engelsmännen att undvika en 30-procentig utsläppsminskning mellan 1980 och 1993. Varför skriver man då inte på? De ansvariga hävdar att man är osäker på energiutvecklingen och inte vill skriva på när man inte är helt säker.

Uttalandet är avslöjande. Den engelska minskningen av utsläppen beror på övergång till naturgas och kärnkraft och inte på en medveten minskning av utsläppen. Det verkar som om man inte är beredd att göra någonting om man inte uppnår en utsläppsminsk-

ning bara genom att byta energikällor. Även i det egna landet växer nu opinionen mot regeringens sätt att hantera dessa frågor.

Nu måste vi ge oss i kast också med kväveoxiderna. Redan om två veckor hålls det första mötet i Geneve. Avsikten är att ha ett protokoll klart om två år. Jag tror att det här arbetet kan bli svårt. Från Öststaternas sida ifrågasätter man om det inte är mera lokalt och man ifrågasätter även effekterna av kväveoxider. Dessutom finns skillnader mellan öst och väst. Hos oss är trafiken den största källan till kväveoxidutsläppen, men så är inte fallet i öst.

Sverige ska också ta Sovjet, som är tongivande också i dessa sammanhang, under specialbehandling. Vi har nyligen varit i Sovjet inom ramen för det bilaterala samarbetet och vi har lagt in ett särskilt möte i vår som ska handla om kväveoxidproblematiken. Vi anser oss ha klara bevis för att också kväveoxiderna är ett gränsöverskridande problem.

Sammanfattningsvis tycker jag att det ser rätt hoppfullt ut, även om man ibland har anledning att vara lite otålig och tycker att det går för långsamt.

MARKKALKNING

Lars Krögerström, tidningen Land - Det talas om att också grundvattnet håller på att försuras. Varför talar man inte mer om markkalkning? Är kalkning på jordbruksmark och skogsmark bortkastad?

Göran Persson - Kalkning på jordbruksmark pågår sedan väldigt länge. Ansträngningar för att öka den görs, för sådan kalkning behövs i allra högsta grad. När det gäller kalkning på skogsmark pågår en försöksverksamhet. För grundvattnet inleds i år ett program för kalkning av brunnar med statsbidragsmöjligheter för kommunerna enligt samma modell som gäller för sjökalkning.

William Dickson - Det är konstigt att man inte talar mer om skogsmarkskalkning, än vad man gör. Sedan fyra år tillbaka finns dokumenterat att pH-värdet i marken har sjunkit. Ned till 70 centimeter i marken har pH-värdet i södra Sverige minskat med en halv enhet.

Anledningen till att man inte talar om skogsmarkskalkning är att skogsfolket menar att skogen växer sämre vid kalkning. Dock finns kalkningsförsök från början av 1900-talet som visar att skogen växer sämre de första 10-20 åren, för att därefter växa bättre. Jag tror att skogsmarkskalkningen kommer att öka i framtiden.

Det är märkligt att man inte pratar om dagmasken i skogsmarken. Man vet att den trivs vid högt pH-värde och att den försvinner när det blir surt. När man kalkar kommer masken tillbaka. Vi vet hur viktiga maskarna är i åkerjorden. Man borde satsa mycket mer på markförbättring.

BIOMASSEUTTAGETS BETYDELSE FÖR FÖRSURNINGEN

Rolf Tost, Ängelholms kommun - Luftföroreningarnas betydelse för försurningen är mycket diskuterad, men ett ensidigt och upprepat biomasseuttag verkar också försurande. Hur stor betydelse har detta i jordbruket och när det gäller helträdsutnyttjande?

Göran Persson - Om man inte kalkade jordbruksmarken skulle man få en ganska snabb försurning eftersom man tar ut så mycket biomassa.

När det gäller skogsbruket finns numera anvisningar från skogsstyrelsen för vilka marker man får använda helträdsmetoden. Helträdsutnyttjande är inte tillåtet på magra, försurningskänsliga marker. Hur mycket helträdsutnyttjandet betyder för försurningen beror bl a på marktypen. Naturvårdsverket har givit ut en liten skrift i ämnet, där det finns en del siffror.

Rolf Tost - Man kan inte frikoppla det här problemet från kommunal energipolitik. Många kommuner går in för att bli självförsörjande med flis, som ofta är rester från traditionellt virkesuttag och då får man ju i praktiken samma effekt som vid helträdsutnyttjande.

Göran Persson - Så länge man håller sig till flis är barr och rot-system kvar i skogen och de utgör en betydande del av biomissan. Om det blir så att vi avsevärt ska öka användningen av inhemska bränslen måste man självfallet se upp med problemet. Vid energiskogsodling har man dock en bättre kontroll på systemet, liksom man har i jordbruket.

BRUNVATTENSJÖARS FÖRSURNINGSKÄNSLIGHET

Ingemar Brelin, Stöllet - Hur är det med brunvattensjöarna i Värmland. Har också de försurats under de senaste 20 åren?

Göran Pettersson - En viss försurning har säkert skett men hur mycket är det ingen som vet. Det finns också naturligt sura sjöar i länet.

William Dickson - Just därför att de är bruna har de försurats mindre än klara sjöar. Bruna sjöar har buffertämnen som motverkar försurning. Men vi har sett att brunheten i sjöar ofta är minst på senhöst, vinter och tidig vår när syran från snösmältningen kommer. Vi får surstötseffekter och skador på t ex öringrom och nykläckt öring. De vattenkemidata som finns är dock vanligen från sommaren. Vid den årstiden är det inte säkert att man ser någon vattenkemisk förändring, när man jämför med äldre värden.

Ingemar Brelin - När man tittar på fiskbestånden i de 2-3 vatten jag känner till, ser man inga tydliga försurningsskador.

Bo Bengtsson - Försurningsskador på fiskbestånd i många sjöar i stora delar av landet är belagda. Hur det är med just Dina sjöar vet jag inte. Det är möjligt att det har sett ut så där ganska länge och att det är normalt. Två sjöar är kanske för lite, för att dra några slutsatser.

Göran Persson - Vad är pH-värdet?

Ingemar Brelin - pH-värdet är 5-5,5.

Göran Persson - Klarar sig inte fisken lite bättre vid dessa pH-värden om vattnet är brunt?

Karl-Erik Hellstrand - Vi har liknande sjöar i Småland och jämförbara mätvärden från äldre tider saknas. Vi vet dock att alkaliniteten i dessa sjöar på vårarna var nere i noll med låga pH-värden som följd. Vi har sett hur vitfischen, under kanske en tvåårsperiod, har försvunnit från vissa sjöar. Kanske är samma utveckling något fördröjd i Värmland?

Per Nyberg, Sötvattenslaboratoriet - Det är sällan pH-värdet i sig som dödar fisken, oftast är det kombinationen av ett kritiskt pH-värde och höga aluminiumhalter, eller i vissa fall höga järn- och manganhalter. De organiska ämnena förmår lindra aluminiums giftverkan. Generellt uppstår därför försurningsskador på fiskbestånd i bruna sjöar vid ett lägre pH-värde, än i klarvattensjöar. Exempelvis mörten kan försvinna vid pH-värde 5,5 i en klarvattensjö, men mycket väl finnas kvar vid pH 5,0 i en brunvattensjö.

Den bruna färgen beror dessutom på omgivningspåverkan och färgen är direkt relaterad till sjöns omsättningstid. Ju brunare desto kortare omsättningstid. Vattenkvaliteten kan vara mycket variabel under året.

Eftersom syrabelastningen är högre i Kronobergs län, än vad den är i Värmland så är det möjligt att surchockerna under våren i Kronobergs län slår hårdare. pH-värde 6-6,5 under stabil tid i Småland skulle då vara mera försurningskänsligt, än vad det är i Värmland.

Fiskartsammansättningen är också avgörande för vilka försurnings-skador som blir synliga. Kanske finns mera av gädda, abborre och öring i Stöllet, medan vitfischen är vanligare i Småland? Mörten är en av de allra känsligaste fiskarterna och den har man varit observant på i Kronobergs län.

NYTTAN AV OLÖST KALK NEDSTRÖMS DOSERARE

Ivan Zetterkvist, Nordmiljö - Är det viktigt att kalken är helt löst efter en kalkdoserare, eller är det rent av en fördel om det finns kalk kvar i vattendraget?

William Dickson - Viktigt är att kalkdoseraren alltid fungerar. Vid driftsavbrott slås försurningskänsliga arter ut. Lite olöst kalk kan vara en fördel vid driftsavbrott.

Ett självklart krav är att kalk som doseras i ett rinnande vatten ska lösas snabbare än kalk som sprids i en sjö. Efter hundra meter i ett rinnande vatten ska en stor del av kalken vara löst. Det åstadkommes genom att använda fina kalkfraktioner (0-0,1 eller 0-0,2 mm).

Vi har dock sett att bottenfaunan ("bobborna") inte dör om de får kalk på sig. Det kan ibland krylla av småkryp på kalkdrivor nedströms doserare, som kan tjäna som en tillflyktsort.

Karl-Erik Hellstrand - Våra erfarenheter av kalkdoserare visar att man alltid får kortare eller längre driftstopp. I sådana fall är det bra med lite olöst kalk nedströms doserarna. Eftersom doserarna vanligen är placerade på ganska forsande sträckor kan man få en bra buffertverkan. Trots driftstopp i våras under den värsta surchocken har följderna inte blivit katastrofala vid en av våra kalkdoserare. En viss sedimentation av kalk menar jag är positiv, den ökar säkerheten.

Erik Bergman - Kalkföreningen är angelägen om att ta fram kornstorlekar på kalk, som alla kan vara överens om.

Göran Persson - Jag kan nämna att Styrelsen för teknisk utveckling och Naturvårdsverket har enats om att utlysa ett idéstipendium på 50 000 kr, som Svenska uppfinnarföreningen ska hålla i för att uppmuntra till nya lösningar när det gäller kalkning av sjöar och vattendrag. Stipendiet kommer att delas ut nästa sommar.

Lennart Henriksson, Göteborgs universitet - Om det är fördelaktigt med lite kalk på bottnarna, innebär det att slurrydoserare, som har en bättre upplösning, är sämre?

Karl-Erik Hellstrand - Vi använder enbart torrdoserare med 0-0,2 mm kalk. Men kalkning med doserare utgör bara en mindre del i Emmaboda kommun. En mycket stor del är direktutblåsning från bulkbil, inte minst för att hålla nere spridningskostnaderna. Direktutblåsningen är dock mycket beroende av väder och vind, speciellt vind. När vi har motvind kan vi använda doseringsanläggningar som buffertlager.

UPPLÖSNINGEN OCH KALKENS KORNSTORLEK

Rolf Tost - Kalkens löslighet i vattnet måste väl bero på om man vill höja pH-värdet från 4 till 5 eller från 6 till 7? Kan man då anpassa kalkens kornstorlek till det pH-intervall som man vill arbeta inom?

Erik Bergman - Man kan bara ha ett visst antal fraktioner till försäljning. Att ta fram en fraktion för varje typ av kalkning och pH-intervall förefaller orimligt. Däremot kan man kanske välja mellan 2-3 huvudtyper av kornstorlekar.

KALKFÄLLNING I RENINGSVERK OCH FOSFORKRAVEN

Bo Inger, Kemiska provningslaboratoriet, Karlstad - När reningsverken byggdes satsade man på AVR-reningsverk (aluminiumsulfatfällning) och man krävde, från Naturvårdsverkets sida, att fosforhalten inte skulle överstiga 0,5 mg P/l. Man drog hela Sverige över en kam, även västra Värmland där vi har mycket sura sjöar.

Nu försöker man att gödsla med fosfor i ena änden av sjön, medan man har reningsverk i andra änden av samma sjö. Har Naturvårdsverket tänkt sig att satsa pengar för att man ska kunna bygga om de här avloppsreningsverken?

Karl-Erik Hellstrand - Kan man uppnå samma fosforkrav med kalkfällning? Det menar jag att man kan. Vi klarar ännu lägre fosforkrav i våra kalkfällda reningsverk.

Sven-Inge Svensson, Hässleholms kommun - Vi började med kalkfällning i ett reningsverk för några år sedan. Då klarade vi inte fosforreningskravet, vi låg på 0,7 mg P/l och vi fick inte fortsätta. Två år senare fick vi kalkningsbidrag på samma, mycket oligotrofa sjösystem. Borde inte Naturvårdsverket ställa krav på att kalkfällning ska ske i försurade vatten?

Göran Persson - Det är riktigt att reningsverksutbyggnaden skedde efter en schablon för hela landet. Aluminiumsulfatfällning var billigast om man bara ser till fosforkravet. Jag tror att det var ett förenklat synsätt. Man måste också se till hur slammet ska användas och till pH på utgående vatten. Kalkfällning ger mer, men samtidigt värdefullare slam. I t ex Hallands län används slammet i jordbruket.

Kvaliteten på utgående avloppsreningsvatten kan också förbättras genom att sätta till kalk till det utgående vattnet, vilket man också kan få statsbidrag för. Troligen kommer dock ombyggnad av allt fler reningsverk till kalkfällning, när man bättre behärskar processen.

Erik Bergman - Det finns fog för att modifiera utsläppsgränsen för fosfor numera. På så sätt kan man spara kalk.

Bo Bengtsson - För ombyggnad av aluminiumfällningsreningsverk finns statsbidrag. T ex Hallands län har satsat på det och har resultat som visar att det kan vara lönsamt att fälla med kalk.

Karl-Erik Hellstrand - Vi har ett reningsverk där vi fäller med osläckt kalk. Där har vi hållit fosforreningskraven i 10 år. Vi har också ett nybyggt verk där vi klarar kravet 0,3 mg P/l i utgående vatten. Avloppsvattnets sammansättning kan dock ha betydelse för hur lätt fosforfällningen går.

Slam från aluminiumfällningsverk är svårt att arbeta med. Kalkslam är mera lätthanterligt, bl a så torkar det bättre och snabbare.

Unde de första åren vi drev ett kalkfällningsverk för 6 - 800 personer behövde vi aldrig köra bort något slam. Folk stal det till sina trädgårdar. Den i normalfallet enklare slamhanteringen gör ändå att man tjänar in merkostnaden för kalken.

Vid övergång från aluminiumsulfat till kalk stöter man på ett ganska stort motstånd, inte minst från personalen. Kalk är mera svårhanterat. Det är lättare att etablera nya avloppsreningsverk med kalkfällning.

Någon efterlyste bestämmelser om kalkfällningsverk från Naturvårdsverket. Ett sådant beslut kan Miljö- och Hälsoskyddsnämnden i respektive kommun ta. Det har vi gjort.

Per Östensson, Boliden Kemi AB - Handlar det ändå inte om totalekonomi? Är det inte billigare med kalktillsats i det utgående vattnet? VA-teknikerna kan utreda det.

Karl-Erik Hellstrand - Den kalkningseffekt man uppnår i recipienten av ett kalkfällningsverk är ofta så liten att den inte är tillfyllest i ett försurat vatten. Kalkfällningsverk ersätter inte andra kalkningsinsatser. Visst måste man se till totalekonomin, även till vad slamhanteringen kostar, som ofta kan vara en dyrbar post.

ANSLAG TILL TEKNISK UTVECKLING

Vincent Rolandsson, Länsstyrelsen i Älvsborgs län - Om jag inte har fel så har STU (Styrelsen för teknisk utveckling) tagit över ansvaret för forskning och utveckling av kalkdoserare. Hur mycket pengar har de för det?

Jarl Johansson, STU - Tidigare hade STU för forskningsändamål, när anslaget var som lägst, ca 250 000 kr, som skulle täcka all yttre miljövård. Numera är anslaget 1 miljon kr. Numera finns även

drygt 4 miljoner kr dels för kollektiv forskning dels för att stödja uppfinnare, företag m fl som ska ta fram nya produkter.

Jämför detta med Naturvårdsverkets resurser. Tidigare satsade SNV 60-70 miljoner kr per år i bidrag för att stödja köpare av ny teknisk utrustning. Detta anslag har det här budgetåret sänkts till 0.

STU ska ta över det samlade ansvaret, men vi har inte fått några extra resurser. Det känns motigt, men det är så det ligger till.

Vincent Rolandsson - Utifrån de här förutsättningarna kan man väl anta att inget kommer att hända på det här området?

Jarl Johansson - Även om politikerna ömmar för miljövården, så satsar man inte alltid resurser på den.

Vincent Rolandsson - Om man betänker att en enda doserare med fem års drift kanske kostar 700 000 kr, så tycker jag att det här är underligt.

Jarl Johansson - Jag håller med. Miljövård är något som ofta görs synligt i festtalen, men däremellan ligger den ofta i träda.

Bo Bengtsson - Det har skett en avsevärd förbättring på teknikfronten. Både när det gäller apparaternas driftsäkerhet och när det gäller att transportera och sprida stora mängder kalk på kort tid. Jämför med försöksperioden när man fick se de mest fantastiska ting både här och där, som kröp, kravlade och klättrade. Det fanns ingen hejd, men det var delar av spelet att så skulle få ske under en viss period. Självt är jag ganska imponerad av vad vi har fått se idag. Jag är övertygad om att utvecklingen kommer att fortsätta. Gör man dessutom extra satsningar på de rinnande vattnen, så ska vi kunna klara det här.

Vincent Rolandsson - Det här fungerar inte så bra som vi önskar. Då är det märkligt att STU tar över ansvaret, utan att få några extra resurser.

Bo Bengtsson - Samma fenomen finns på många andra håll i vårt system; jobba mer, men gör det med mindre pengar.

DIREKTBLÅSNING FRÅN BULKBIL

Per-Erik Sandberg - Jag sätter frågetecken för direktblåsning från bulkbil, som ger mycket liten yttäckning och ojämn spridning. Jag har förståelse för att metoden används vid korta omsättnings-tider, som en tillfällig nödlösning eller som komplettering vid besvärliga vårfloder etc, men i övrigt är metoden tveksam. Fram-

för allt när man redan har en spridningsutrustning i sjön. Bra utförd direktblåsning fordrar mycket arbete och då är man uppe i samma kostnad som vid konventionell sjöspridning.

Det är kanske bättre att betala 300 kr/ton för båtspridning eller 650 kr/ton för helikopter. Vad kommer att stå i de nya riktlinjerna för kalkning?

Karl-Erik Hellstrand - De flesta av våra sura sjöar är små med mycket kort omsättningstid. På våren ligger omsättningstiderna på enstaka dygn till i bästa fall några veckor. Landskapet är mycket flackt och vattendjupet oftast kring 1 meter. Vi behöver kalka vissa vatten en gång i veckan. I Emmaboda kommun blåser vi ut minst 1000 ton per år i 30-40 sjöar.

Direktblåsning är billigast, men vi ser också till effekten. I vårens kalkningar har vi uppnått de värden vi har velat; aldrig under pH 6 och en alkalinitet som överstiger 0,1 mekv/l. Ungefär en halv årstjänst går åt för det här arbetet, vilket kostar ca 100 000 kr per år. Vi är nöjda med direktblåsning.

Erik Bergman - Det finns definitivt situationer när direktblåsning är befogad. Exempelvis vet jag några relativt små sjöar där man hade tänkt sig båtkalkning, men där direktblåsning i vattendrag uppströms visade sig mera fördelaktig därför att man kunde använda lägre doser och återkomma oftare. På så sätt kunde dosen anpassas efter vattenflödet och vattenkvaliténs utveckling.

Per-Erik Sandberg - Jag ifrågasätter i och för sig inte målsättningen, utan frågan är till vilken kostnad man uppnår målet. I Emmaboda kommun hade man en planeringskostnad på 100 kr per ton och frågan är sedan vilken verkningsgrad man får vid direktblåsningen?

Karl-Erik Hellstrand - Totalt ligger hela kommunens kalkningsprogram på mindre än 350 kr per ton, moms inräknad.

KALKPRISER OCH MONOPOLBILDNING INOM KALKBRANSCHEN?

Sven-Inge Svensson - Hur ser Naturvårdsverket på den monopolbildning inom kalkbranschen, som håller på att ske i åtminstone södra Sverige? Finns inte en fara att priserna stiger och det blir dyrare för staten att kalka?

Göran Persson - Vi har noterat utvecklingen, ännu så länge finns en viss konkurrens.

Erik Bergman - Det finns idag ett stort antal kalkföretag. Det stora problemet för dem är att få det att gå ihop. Det har varit kämpigt.

Eva Melander - Kommunförbundet får en del frågor om detta. Vi kommer med ett cirkulär i början av nästa år om hur kommunerna ska handlägga sina kalkningsfrågor. Dessutom anordnar vi en utbildning för kommunala tjänstemän och beslutsfattare på ämnet luftföroreningar - kalkning - försurning.

Vincent Rolandsson - Riksdagen ska i höst behandla en motion som gäller eventuella monopoliseringstendenser i kalkbranschen.

Åke Hjalmarsson, Hällefors - Kalkningspriserna har bara ökat till 120-130 % på 6-7 år. Hur kunde de som kalkade överleva på den tiden?

Jag undrar också om det finns några planer på att öka bidragsprocenten för statsbidraget? Många kommuner är fattiga.

Göran Persson - Svaret på den sista frågan är såvitt jag vet nej.

Erik Bergman - Min erfarenhet är att priserna under senare år snarare har sjunkit, än stigit. Vissa företag har lämnat branschen. Många av oss som är engagerade har kalkningen som ett komplement till andra verksamheter. I många fall har man sålt kalken till rörliga kostnader, vilket naturligtvis inte går att göra i evigheter.

Sven-Inge Svensson - Vad gör man när man bara får ett svar vid ofertförfrågan?

HUR MÄTA KALKNINGSEFFEKTIVITET?

Lennart Henriksson - Kalkningseffektivitet mäts som kostnad per upplöst mängd kalk. Borde man inte i större utsträckning prata om biologisk effektivitet, t ex antal öringar per kvadratmeter rinnande vatten eller så och så många "bobbor" i en sjö? Vilka framtida möjligheter finns till bättre biologisk utvärdering?

Bo Bengtsson - Man kan bara konstatera att det är enastående svårt att mäta biologisk kalkeffektivitet. Det är kanske möjligt, men vi får känna oss för. Jag har ett gammalt räkneexempel om kräftor som visar att om man kalkar ett presumtvt kräftfiskevatten på 10 000 ha, så får man lätt på ett år ihop en tiondel av åtgärdsbudgeten om man säljer kräftorna.

William Dickson - Att kalka en havsöringsbäck på Västkusten med 1 000 ha avrinningsområde kostar ca 15 000 kr/år. Om man vid fiske i den årligen tar 100 havsöringar med ett sportfiskevärde på 500 kr/styck blir vinsten 350 kr per fisk!

FISKEVÅRD I KALKADE VATTEN

Göran Persson - En av årets nyheter är ett särskilt anslag till fiskevårdande åtgärder.

Bo Bengtsson - Naturvårdsverket har begärt hos regeringen att en mycket ringa procentandel av kalkningsanslaget ska få användas till biologiska åtgärder - fiskevårdande åtgärder i kalkade vatten. Vad ska vi med en god vattenkemi till om vi inte får en biologi som lever upp till den goda kemien?

Enligt förslaget sa man kunna ¹⁾återbesätta vattnen med de organismer som har försvunnit därifrån, ²⁾förstärka bestånd som har försvagats genom försurningsprocessen, ³⁾nyintroducera organismer som på goda grunder kan tänkas trivas, ⁴⁾vidta artbalansförbättringar, ⁵⁾biotopvårda vattnen i syfte att öka produktiö-
nen.

Leif Göthe, Länsstyrelsen i Västernorrlands län - Varför kan man inte fördela det nya fiskevårdsbidraget direkt ut på länen, som man gör med kalkningsbidraget?

Bo Bengtsson - Därför att vi har en Fiskeristyrelse som ska sköta fiskevården i landet och som har gjort det med en ära så länge fiskevårdsbidrag har funnits. Det finns ingen som helst anledning att lägga fiskevårdsbidraget på länsstyrelserna. Fiskenämnderna tillhör fiskeriverket. Vi ska greja det.

BÄTTRE SPRIDNING EFTERLYSES!

Per-Erik Sandberg - Jag skulle vilja se en högre kvalitet på sjöspridningen framledes, även om det skulle kosta något mer per ton. Det blir i alla fall troligen billigare per upplöst ton kalk. Jag skulle vilja se en jämnare spridning, bättre spridningsutrustning. Det behöver inte kosta så mycket, enkla modifieringar kan göras. Köparna bör ställa högre krav på kalkningen och kontrollera att de efterlevs.

Erik Bergman - Det behövs en planering av kalkningsverksamheten i tiden. Ryckigheten gör det svårt för små företag. Det kan gå månader utan att man har något att göra och sedan ska allt göras på en gång. Det är dags att tänka på länsvis samordning.

Göran Persson - Jag kan också nämna en kommande specialinsats vad gäller kvicksilver. Fyra länsstyrelser ska delta i försök ledda av professor Lars Håkansson med syftet att sänka kvicksilverhalten i fisk genom kalkning.

Jag hade kanske väntat mig fler kritiska röster i den här debatten. Att de inte var fler tolkar jag som att kalkningsverksamheten fungerar rätt hyggligt.

PANELDEBATT 1985-10-04

I panelen:

Bo Bengtsson, Fiskeristyrelsen

William Dickson, Naturvårdsverket

Jan-Erling Larsson, (debattledare), Naturvårdsverket

Per-Erik Sandberg, Fiskevattenägareförbundet

Lars Sjöland, Svenska Kalkföreningen

KVÄVEOXIDER FRÅN BILAVGASER

Arne Samuelsson, Läns fiskevårdsområdesförening - Bilavgaserna står för en stor del av förurningen. Gasmotorer vore kanske bättre, men är inte konkurrenskraftiga av skatteskäl. Finns det några planer på skattelättnader?

William Dickson - Ska det inte finnas gasstationer i varje stad? Gasen skiljer sig från bensin genom att inte innehålla svavel och bly, men jag tror att det vid förbränningen bildas lika mycket kväveoxider från både gas- och bensindrivna bilar. Det är luftens kvävgas som omvandlas till kväveoxider.

Jan-Erling Larsson - Den statliga satsningen blir på blyfri bensin och på avgasrening. Frågan är hur tidsplanen för detta blir. Vi på Naturvårdsverket vill skynda på den.

Jan-Erik Turnstedt, Lessebo - Sprids kväveoxider från bilavgaser också internationellt? Är det inte mera ett lokalt problem?

Jan-Erling Larsson - En mycket stor del långdistanstransporteras.

William Dickson - Kväveoxiderna har lite mer lokalt ursprung än svaveloxiderna, men det finns samtidigt en stor likhet mellan transporten av svavel och kväve in i landet. Vi har inte heller minskat utsläppen av kväveoxider. De är idag lite större än vad de var år 1970, medan svavelutsläppen i Sverige bara är en tredjedel.

VILKEN TEKNISK UTVECKLING EFTERLYSES?

Karl-Johan Allsing, Tullinge - Styrelsen för teknisk utveckling har utlyst ett idéstipendium. Vad är det egentligen för tekniska grejor som behövs på kalkningsområdet?

Per-Erik Sandberg - De som har varit på bussrundturen här på mässan ser att det går att förbättra många spridningsutrustningar. In- gen båt sprider helt perfekt. Vi efterlyser en jämnare spridning för att få en högre verkningsgrad. Den snabbaste teknikutvecklin- gen har vi hitintills haft på doserarsidan. Troligen finns också utvecklingsmöjligheter på helikoptersidan. Förhoppningsvis kan stipendiet stimulera till att vi har betydligt bättre utrustning om några år.

Alf Andersson, Ödåkra - Jag tillhör uppfinnarföreningen. Det här stipendiet tycker jag inte är så intressant, penninglotteriet har större vinstchanser. Men vilka problem är det som man vill ha lösta?

Per-Erik Sandberg - Slutsteget vid båtspridning kan förbättras. Entre- prenörerna påstår att de har slurryspridning. Det är fel. Man har en fuktad kalk som man skvätter ut. För kornseparation be- hövs stora vattenmängder, lite kalk och omrörning. Vidare efter- lyses jämnhet i spridningen med bibehållen spridningskapacitet, rejäl kastlängd och jämn strandzonspridning med variabel bredd 2-20 meter. Man skulle också kunna ha ett markeringssystem på sjön så att man inte åker på måfå i zig-zag.

William Dickson - Hur får man doserare att fungera 100 % av tiden, i stället för 85-90 %? Doserarna måste fungera under den sämsta tiden på året, när det rinner mycket vatten och det är lite frost, d v s under senhöst och tidiga vårar.

Bo Bengtsson - Jag efterlyser rationell styrning av kalkdoserare anpassat till pH-värde och/eller vattenvolym.

Jan-Erling Larsson - Myndigheterna har inte varit så aktiva tidiga- re när det gäller att satsa pengar på teknikutveckling. Vår grundinställning är att behovet har fått styra marknaden. Stora förbättringar kan noteras på den här mässan.

Lars Sjöland - Om spridarna får bättre betalt kommer säkert nya fina grejor att utvecklas.

ALLTFÖR KRÄNGLIGA ANSÖKNINGSBLANKETTER?

Torsten Lindgren, Sportfiskeklubben Filip - Vi upptäckte att våra vatten var försurade och jag skrev till Länsstyrelsen och då fick jag blanketter för ansökan om statsbidrag till kalkning. Blanketterna är omöjliga att fylla i för den som inte är insatt. Jag fyllde i dem ofullständigt och skrev till Länsstyrelsen och bad om hjälp. Då fick jag 85 000 kr i statsbidrag. Om blanket- terna förenklades skulle fler fiskevårdsorganisationer ansöka om bidrag. Jag tycker att myndigheterna skulle hjälpa oss.

Bo Bengtsson - Att ni fick pengarna var bra, det visar att Länsstyrelsen var med på noterna. Dagens blanketter är i alla fall enklare än de som fanns tidigare, om det nu kan vara en tröst för ett tigerhjärta.

Jag tror att naturvårdsenheterna är medvetna om problemet. Man skickar pengarna och hjälper till i nästa steg, när detaljplanen ska utformas.

Torsten Lindgren - Jag har bett om hjälp, men bara fått pengar.

Bo Bengtsson - Det finns en instans till på länsplanet, d v s den Du skulle gå till först när Du har problem med fiskefrågor, nämligen fiskenämnden.

William Dickson - Vad var egentligen svårt i ansökan?

Torsten Lingren - De frågade om alla möjliga organismer, om småkräftor och latinska namn.

William Dickson - Man måste åtminstone tala om vilka fiskarter som finns i sjön och vilket pH-värdet och alkaliniteten är.

Per-Erik Sandberg - Blanketterna är omöjliga att klara. En projektering av en kalkningsåtgärd är omöjlig att göra själv för en fiskevårdsorganisation eller en sportfiskeklubb. Systemet är uppbyggt så att den som söker pengar ska ta ansvar för hela kalkningen, välja metod etc. Blanketterna är heller inte bra för oss som jobbar mera aktivt, vi får göra mängdberäkningar på annat sätt och sedan tvinga oss att fylla i blanketten för att få ut pengarna. Du kan också be om hjälp hos Sportfiskarna eller hos Fiskevattenägareförbundet.

PROBLEM MED KALKNINGSBIDRAG I HÄRJEDALEN

Jan Salomonsson, Härjedalen - Kan man inte rationalisera bort den relästation som heter länsstyrelsen, när det gäller kalkningsbidraget?

Jan-Erling Larsson - Vi har ju satsat på att decentralisera verksamheten. Det åligger alltså länsstyrelserna att, gärna i bättre samarbete med fiskenämnderna, styra länsplaneringen. Det är länsstyrelserna som ska driva på.

William Dickson - Det fungerar bra på de flesta länsstyrelser, många länsstyrelser är utomordentligt snabba i hanteringen, Dalarna är ett paradexempel på hur snabbt man kan expediera ansökningarna.

Thore Jacobs, Länsstyrelsen i Kopparbergs län - Vi försöker omsätta pengarna, men snabbheten beror även på att vi får in bra kalkningsansökningar.

Jan Salomonsson - Härjedalens kommun har sökt kalkningsbidrag, men länsstyrelsen håller pengarna låsta. Ska kommunen behöva förskottera hela beloppet? Går det att göra något åt det?

Jan-Erling Larsson - Vi kan ju skicka upp riksrevisionsverket till Jämtlands län. De håller just på att studera med vilken rationalitet som kalkningsbidragsfördelningen sker.

CONTRACIDMETODEN

Edvin Nilsson, Hagfors - När vi tittade på contracidmetoden idag, så lovade Bo Verner att den spridningen skulle hålla i 12-14 år, trots att man startade det första fullskaleförsöket för bara fem år sedan. Hur kan forskarna acceptera ett påstående på så lösa grunder? Bottenslammet ska man väl inte heller röra så mycket i, ska vi tro på contracid?

Gunilla Lindmark, Atlas Copco Aqua Technique - Jag forskar vid limnologiska institutionen i Lund och jag har varit med och tagit fram den här metoden som började som ett forskningsprojekt. Vi har haft i stort sett månatliga provtagningar i Lilla Galtsjön där vi startade det här fullskaleprojektet för fem år sedan. Vi har alltså mycket god koll på hur sedimentet fungerar i förhållande till det övriga vattnet. Vi vet att man laddar upp sedimentet, att man använder det som en stor buffert. Vi kan lova att metoden håller i 12-14 år.

Edvin Nilsson - Rekommenderar Du contracid i stället för kalkning?

Gunilla Lindmark - Ja, för vissa sjöar. De som är grunda, där det inte finns hårda bottnar, utan är dyigt och vattnet är brunt.

Edvin Nilsson - Rörs inte tungmetaller upp?

Gunilla Lindmark - Nej!

Edvin Nilsson - Kvicksilver, då?

Gunilla Lindmark - Vet ej ännu, vi håller på och kollar det.

William Dickson - En fördel med contracid är att den frigör lite fosfor. Anledningen till att Naturvårdsverket och Fiskeristyrelsen ännu inte rekommenderar just den här metoden är, att den fortfarande är ganska dyr. Några contracidprojekt har dock fått kalkningsbidrag.

SATSAR STATEN TILLRÄCKLIGA ANSLAG PÅ KALKNING?

Alf Andersson, Helsingborg - Jag skulle vilja veta proportionen mellan det akuta kalkningsbehovet i Sverige och den satsning som staten gör?

Jan-Erling Larsson - När det gäller kalkningsanslaget så har vi mer pengar än vi har fått in ansökningar till. Kommuner, länsstyrelser och fiskevårdsföreningar behöver aktivera sig för att planera mera för att åtgärda de försurade vattnen i positiv anda. Sedan är också frågan vilka vatten vi ska åtgärda. Det kan vi ha en lång diskussion om.

KAN VI UTNYTTJA VATTNEN BÄTTRE?

Tommy Rohdin, Roslags Innovation, Norrtälje - Jag vill råda entreprenörerna här att ta kontakt med de innovatörsföreningar som finns i kommunerna. Det finns förbättringar att göra på kalkningsutrustningarna.

Min fråga är om vi inte har ett resursslöseri genom att inte använda våra sötvatten bättre?

Bo Bengtsson - Vi har god tillgång på sötvatten, men däremot inte på användare av dem. Det finns ett stort antal nöjesfiskare, 7-800 000 mer aktiva, eller 2 miljoner människor som fiskar någon gång per år.

Du kanske snarare menade en annan typ av vattenanvändning; att ta ut mer protein eller annan typ av näring ur vattnen. Det är inte så lätt därför att de flesta vattnen inte är särskilt högproduktiva. Det är bara i Skåne som man kan få ut en rejäl produktion, möjligen med undantaget kräftor, men de trivs inte överallt.

Möjligtvis skulle man få en ökad satsning på inlandsvattnen om det blev lite sämre tider, så att vi började äta mörten igen. Så länge vi har andra alternativ är jag säker på att det är många som inte vill ha mörten.

Det rent yrkesmässiga fisket i sötvattnen har utomordentligt låg lönsamhet. Det är svårt för insjöfiskarna att få en standard som är jämförbar med industriarbetarnas, eller med yrkesfiskarna i havet.

Vad man kan göra, är att vara varsam med vattnen, stimulera till kombinationsnäringar och se till att vi bibehåller en god

vattenkvalitet. Betänkligt är också att svenska fiskenät inte längre tillverkas.

Tommy Rohdin - Jag läste i tidningen Land om en jordbrukare som tjänade 80 000 kr per år på 10 timmars insjöfiske i veckan. Jag menar att fler borde försöka.

Per-Erik Sandberg - Jag misstänker att de 80 000 kronorna var en bruttoinkomst. Generellt är lönsamheten för insjöfisket dålig, utom möjligen när det gäller kräftor. Vi har en stor fiskproduktion som nyttjas dåligt eftersom det mest bara råder efterfrågan på laxfiskar och kanske på gös. Mycket av gädd- abborrproduktionen nyttjas inte alls.

KALKFRAKTIONER OCH KARTOR VID HELIKOPTERSPRIDNING

Göran Edgren, Sterner Aero AB - Idag kalkas med fraktionen 0-0,2 mm ibland med 0-0,1 mm. Kommer det att bli ännu finare fraktioner framöver? Kommer 0-0,05 mm?

William Dickson - 0-0,05 mm är åtminstone 50 % dyrare. Vad är lättast att helikoptersprida?

Göran Edgren - Den grövre kalken är lättare att sprida. En annan viktig sak är att det måste komma fram bättre kartmaterial. Helikopterkalkning är dyr. Det måste komma fram bättre instruktioner så att vi kan sänka kostnaderna. Fotokartor är det bästa.

HYDROLOGI OCH KALKNING, SMHIS ROLL, SURSTÖTAR

Per Östensson, Boliden Kemi AB - Hur mycket samarbete förekommer egentligen mellan de ansvariga kalkningsmyndigheterna och hydrologer?

Ingemar Holmström, SMHI - Det har inte varit så mycket samarbete hitintills, men vi ställer gärna upp.

Per Östensson - Jag har förstått att surstötarna har stor betydelse. Är det verkligen lönsamt att kalka så mycket i Gräsmången, här söder om Hagfors? Skulle man inte kalka mer i inloppets våtmarker?

Jag undrar också om SMHI kan göra prognoser för surstötar?

William Dickson - Sjöar med mycket kort omsättningstid bör kalkas uppströms. I Gräsmången är dock omsättningstiden ett drygt år och då tror vi att det är både billigast och ekologiskt riktigt att kalka på det sätt som man nu gör.

Bengt Carlsson, SMHI - Man måste fråga sig vad en surstöt är. Vi tror inte att det är den första snösmältningen. Det vattnet går ner i backen och trycker ut vatten i det översta marklagret, som i själva verket utgör surstöten. Det är således inte vattnet från själva snön. Skulle man ta bort vätejonerna i snön, skulle man ändå få surstötar.

Surstötar beror alltså av vattenmagasinets storlek, d v s hur mycket snö det finns. Flödesprognoser gör SMHI redan åt vattenregleringsföretag och via flödesprognoser skulle man också kunna göra surstötsprognoser.

Per-Erik Sandberg - Kalkningsstrategi är inte enkelt. Olika projektörer arbetar efter personlig metodik och länsstyrelserna har olika uppfattning om hur det ska gå till, när det gäller t ex doser och var kalken ska ligga.

Beträffande Gräsmången, så var ramarna redan givna vid projekteringen. Där ligger ca 25 g kalk per m^3 i sjön, som har ett pH-värde på 5,2. Restmängden kalk på botten har beräknats till i genomsnitt 100 g/ m^2 , varav åtminstone en del kommer att lösas på sikt. I strandzonen ligger 1-2 kg kalk/ m^2 .

UTSTÄLLNING

I följande sammanställning redovisas kortfattat vad respektive företag visade under kalkningsmässan. Flera av företagen har även andra produkter och tjänster, såväl inom kalkningsområdet som inom andra verksamhetsområden.

ATLAS COPCO AQUA TECHNIQUE

Demonstration i fält av Contracid-metoden för sodabehandling av försurade sjöars bottensediment.

BOLIDEN KEMI AB

Kalkdoseringsanläggningar med vattenflödes-och/eller pH-styrning. Demonstration i fält av flyttbar doserare för kalkning av sjöar och rinnande vatten.

BORG INSTRUMENTS

Instrument och utrustning för recipientkontroll vid vatten- och sedimentundersökningar, t ex Ekman-huggare, sedimentfälla och bottenkarteringsapparat.

BOXHOLMKONSULT AB

Boxholmskalkare kompletterad med kalkfälla. Demonstration i fält av Boxholmskalkare.

ENERCHEM AB

Kalkningsplanering, dataprognoser för kalkupplösning och återförsurning och projektering av doseringsanläggningar.

AB HÄGGLUND OCH SÖNER

Utveckling av kalkspridningsutrustning för sommar och vinterspridning tillsammans med Firma Caspor. Bandvagn med kalkspridare för torr- eller våtspridning.

J D LIME CONSULT

Demonstration i fält av IMEK 5000, båt för sjökalkning.

MILJÖFÖRBÄTTRING AB

Kalkdoserare, t ex Gnosjökalkare med separat upplösningsdel.

MOVAB

Kalkdoserare, Boxholmskalkare och Mover kalkbrunn. Demonstration i fält av kalkådmetsoden, pontonbåt, skogstraktorflyttad båt,

samt helikopterkalkning av sjö och våtmark i samarbete med Laroy flyg.

NORDISKA MINERALPRODUKTER AB

Kalkprodukter för sjökalkning och Tobykalkbrunn. Demonstration i fält av pontonförsedd skogstraktor för sjökalkning.

NORDMILJÖ AB

Kalkdoserare för botten- och nät drift, Nomikalkare med torr- eller våtdosering samt styr- och reglerutrustning för pH-och/eller flödesstyrning. Demonstration i fält av Borlänge kalkare.

SCANDIAKONSULT

Utvärdering av doseringsanläggningar, kalkningsplaner, kalkfilter och luftare för försurade grävda brunnar.

SVERIGES FISKEVATTENÄGAREFÖRBUND

Utgöres av 22 länsförbund samt ett antal regionalt anställda konsulenter. Planering, projektering och kontroll av kalkningar, fiskeförvaltning och fiskevård, kurser. Tidningen "FISKEVÅRD" - facktidskrift för kalkning och fiskevård.

SVERIGES GEOLOGISKA AB (SGAB)

Analys av kalkkvalitet.

SMHI

Svenskt sjöregister, lodkartor, vattenföringsuppgifter samt modellsimulering av vattenföring och pH-värde före respektive efter en kalkning.

SVELAB

Analys av vattenkvalitet för bedömning av försurningssituation och kalkbehov. Effekttuppföljning.

SVENSKA KALKFÖRENINGEN

Sammanställning av metoder för kalkning av sjöar och rinnande vatten. Branschöversikt över kalkspridningsentreprenörer.

STERNER AERO AB

Helikopterkalkning, bulk- och säckmetod. Demonstration i fält av sjö- och våtmarkskalkning.

TERRA-LIMNO CONSULT

Biologiska inventeringar, provtagning och vattenanalyser, kalk-

ningsplanering samt grundvattenundersökningar.

UDDAGÅRDSKALK

Kalkprodukter för sjökalkning.

POSTERUTSTÄLLNING

LIMNOLIGISKA INSTITUTIONEN, UPPSALA UNIVERSITET

- Gårdsjön
- Försurningspåverkan på växter i Gårdsjön
- Kräfter och försurning
- Gödslingsförsök i försurade och kalkade sjöar

FISKERISTYRELSEN OCH STATENS NATURVÅRDSVERK

- Liming in Sweden (Olof Lessmark och Eva Thörnelöf)
- Försurningsinformation från Naturvårdsverket
- Fiskeristyrelsen (presentation av verksamheten)

STATENS METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT (SMHI)

- Sjöalkning

ZOOLOGISKA INSTITUTIONEN, UMEÅ UNIVERSITET

- Olika kalkningsmetoders effekt på bottenfaunan i rinnande vatten
(Anders N Nilsson och Anita Johansson)

INSTITUTET FÖR VATTEN- OCH LUFTVÅRDSFORSKNING (IVL)

- Projekt Bolmen, kalkning av åkermark (Olle Westling)

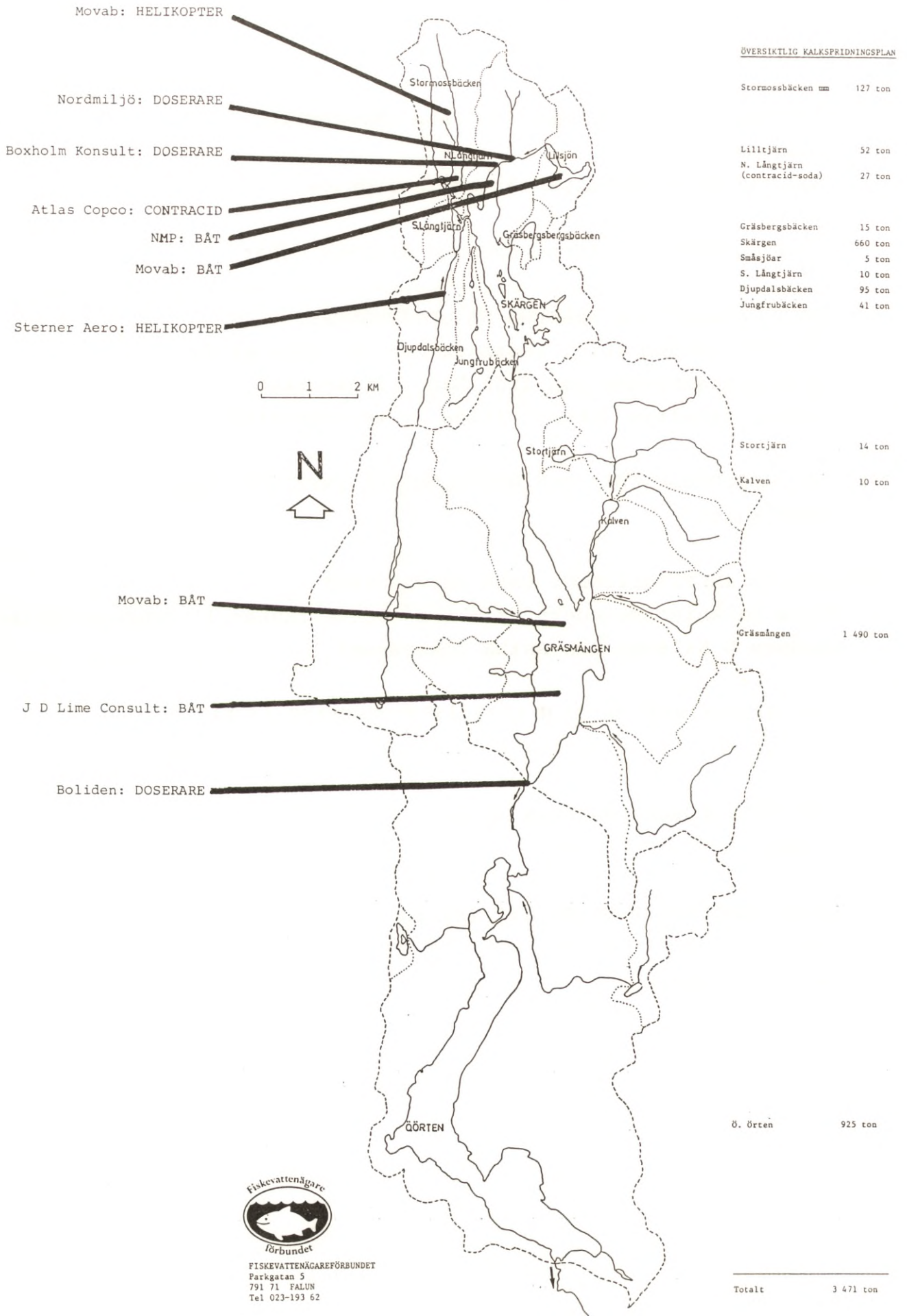
SVENSKA MILJÖFORSKARGRUPPEN (MFG)

- Presentation av firman

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET (SLU)

- Aluminium på fiskgälar, svepelektronmikroskopbilder
(Leif Karlsson)

KALKSPRIDNINGSPLAN



FISKEVATTENÄGAREFÖRBUNDET
Parkgatan 5
791 71 FALUN
Tel 023-193 62

FOTOBILAGA

-DEMONSTRATION AV KALKSPRIDNING I FÄLT

SJÖSPRIDNINGSUTRUSTNINGAR

Peder Jacobsson - Movab (Bild 1-3)

Flatbottnad båt tänkt för skogssjöar utan ordentlig vägförbindelse. Båten transporteras på en något ombyggd skogsmaskin. Båten på bilden tar 6,5 ton kalk åt gången och har fullastad ett djupgående på 60-80 cm.

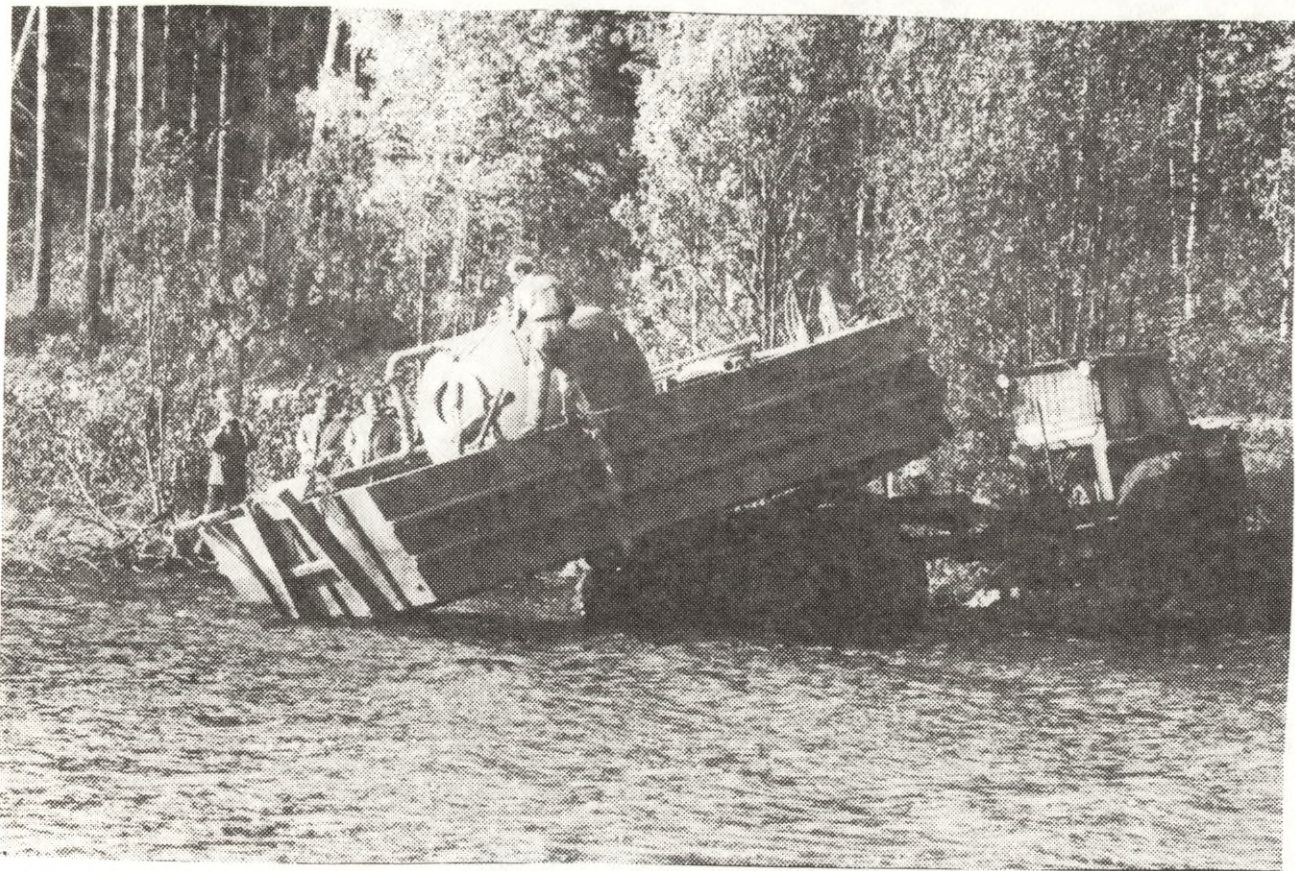


Bild 1. (Foto: Andrej Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

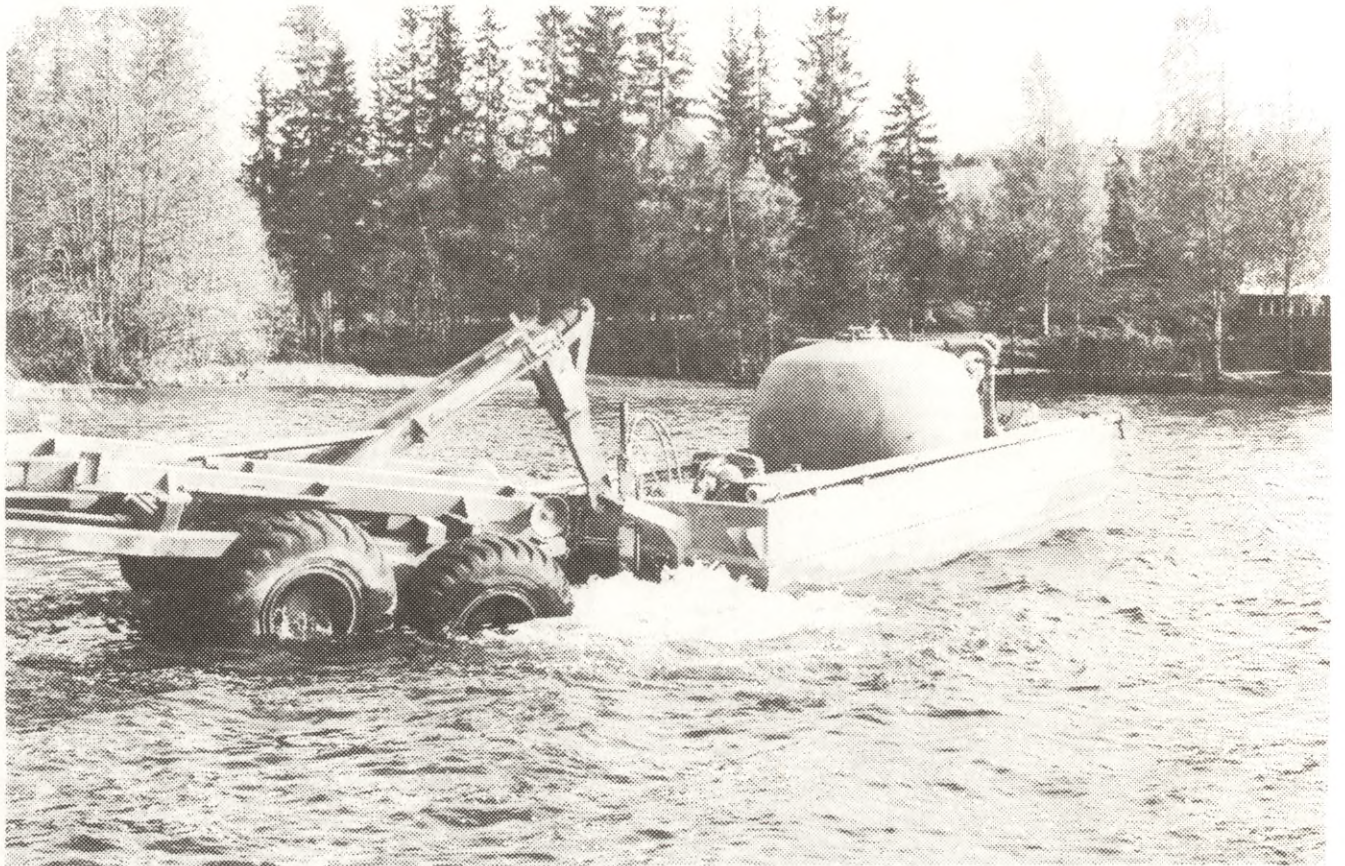


Bild 2. (Foto: Kjell-Arne Larsson, Miljöbild/IBL.)



Bild 3. (Foto: Kjell-Arne Larsson, Miljöbild/IBL.)

K G Hellström - Nordiska Mineralprodukter AB (Bild 4-5)

Amfibiegående ombyggd skogsmaskin som lastar 7-8 ton kalk. Påfyllning sker med skopa. Landstigningsplatsen får ej vara för sank. Maskinen går även på is.



Bild 4. (Foto: Andre Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

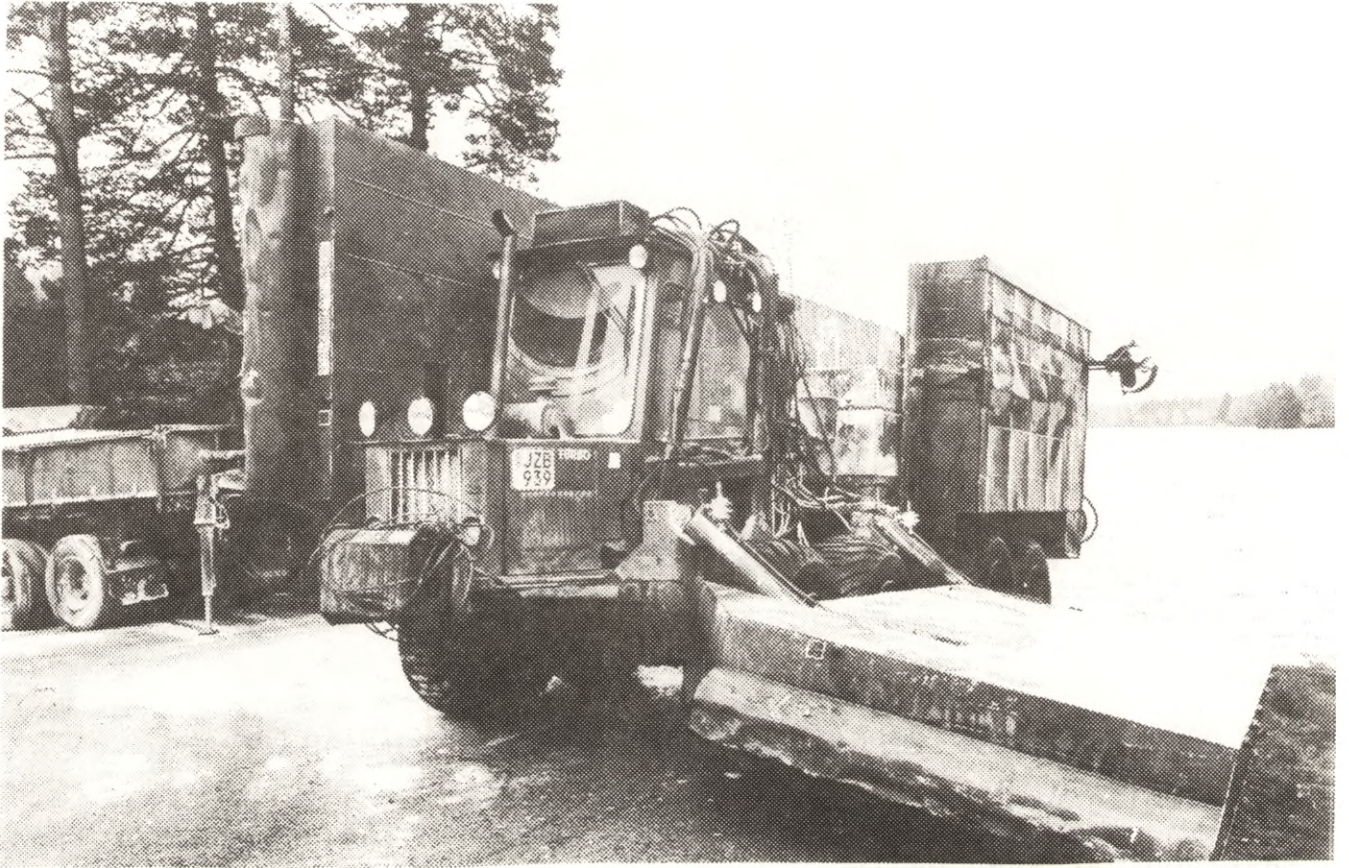


Bild 5. (Foto: Andrej Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

J D Lime Consult (Bild 6)

Biltransporterad båt avsedd för små till medelstora sjöar. Lastningskapacitet 7 ton. Djupgående 80 cm med last.

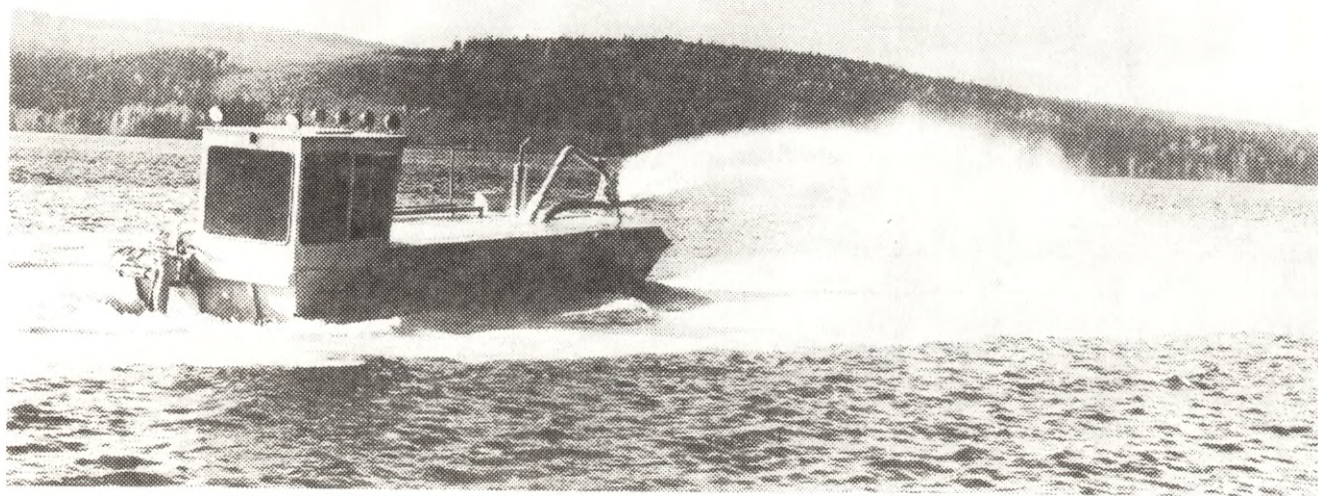


Bild 6. (Foto: Andre Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

Lars Pettersson - Movab (Bild 7)

Landets största kalkningspråm. Trycktanken rymmer 17-18 ton kalk. Djupgående cirka 1 meter. Riktningbart spridningsmunstycke för strandzonspridning.

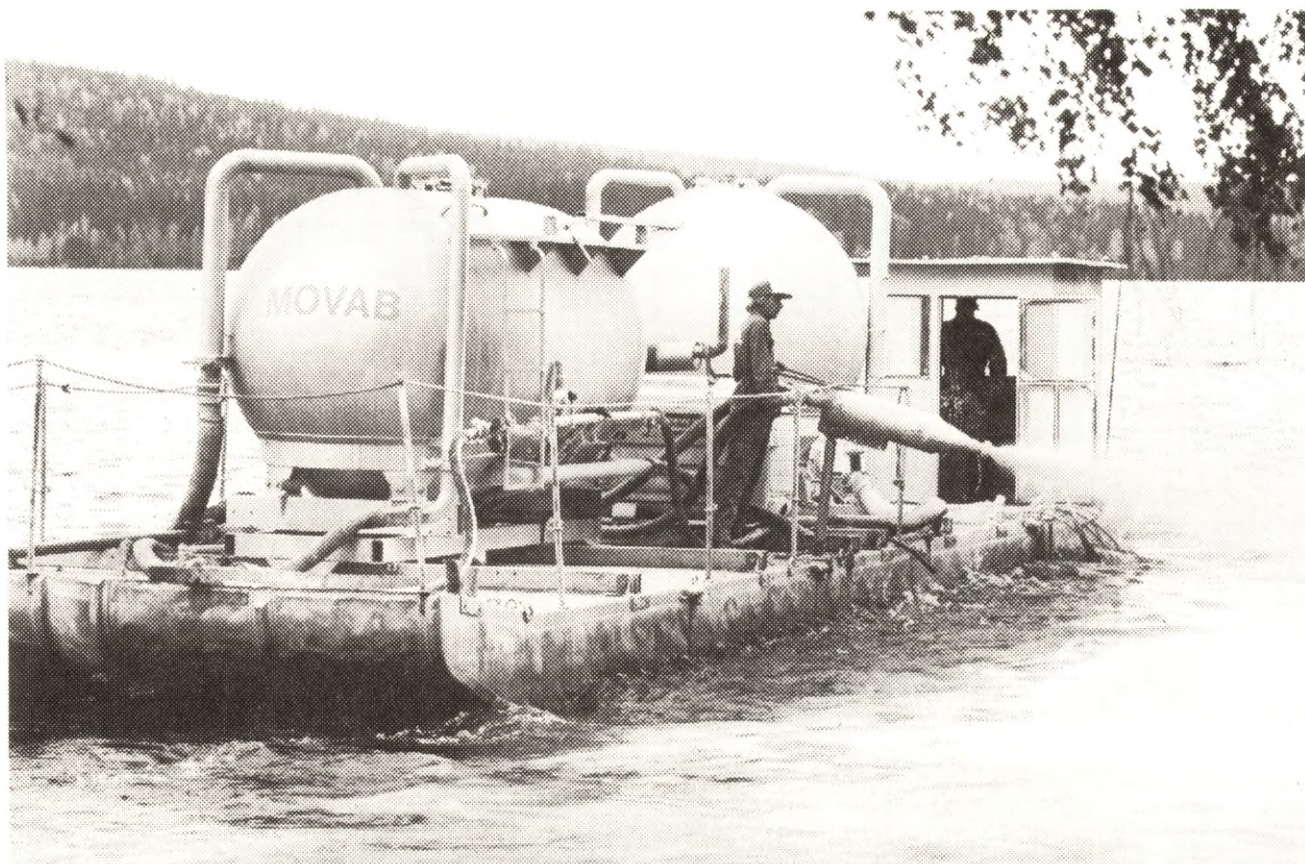


Bild 7. (Foto: Kjell-Arne Larsson, Miljöbild/IBL.)

Kalkådmeteroden - Movab (Bild 8)

Kalk och vatten blandas i en särskild anläggning på land. Därefter pumpas blandningen i en upp till 3 km lång bottenliggande slang ut till en liten spridningsflotte. Metoden kräver således inte väg ända fram till sjön.

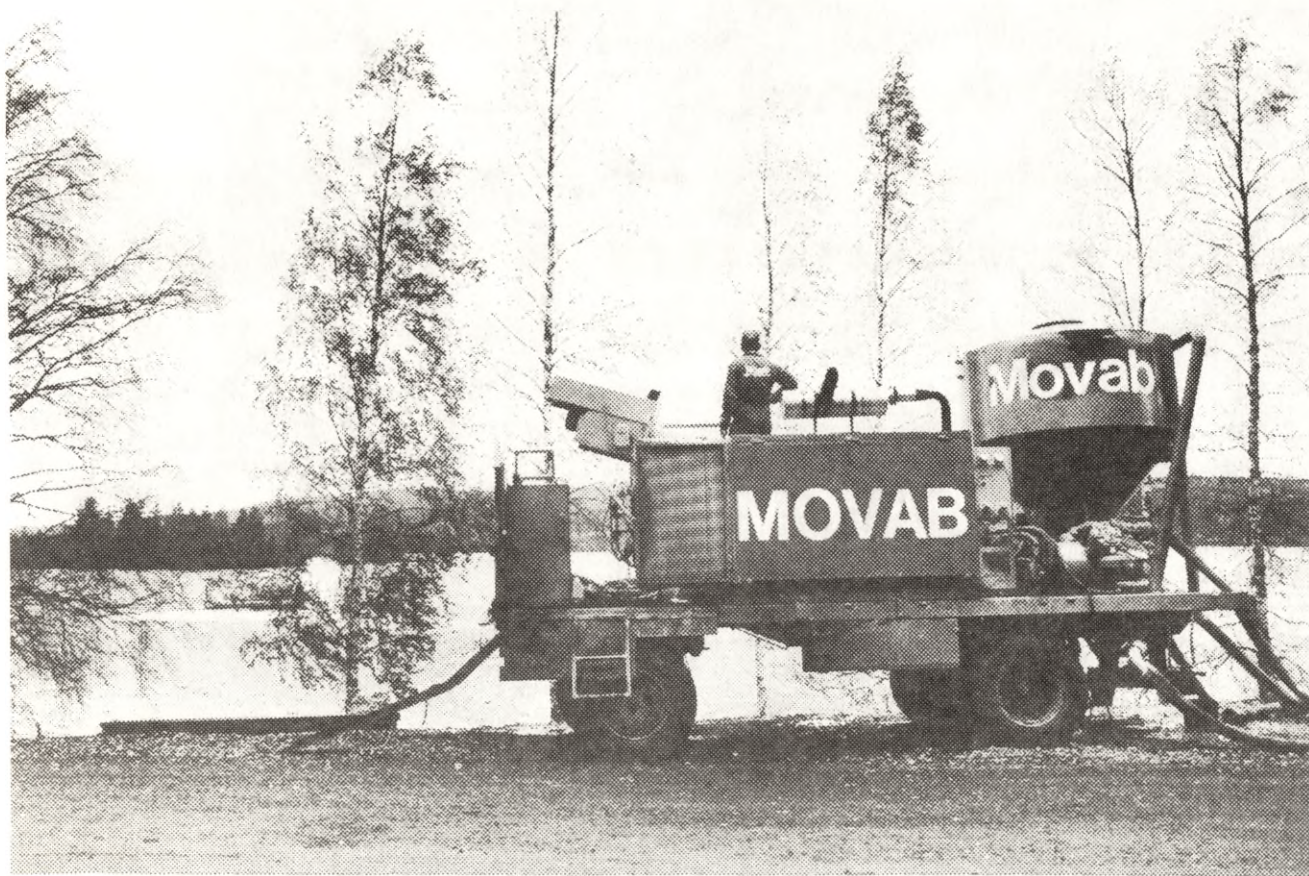


Bild 8. (Foto: Andre Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

Contracid - Atlas Copco Aqua Technique (Bild 9-10)

Metoden använder soda i stället för kalk. Sodan blandas med vatten på land och pumpas ut till en flotte förbunden med en 10 meters harv som dras över sjöns botten och injicerar sodan 10-15 cm ned i sedimentet. Varaktigheten uppges vara väsentligt längre än vid sjökalkning.

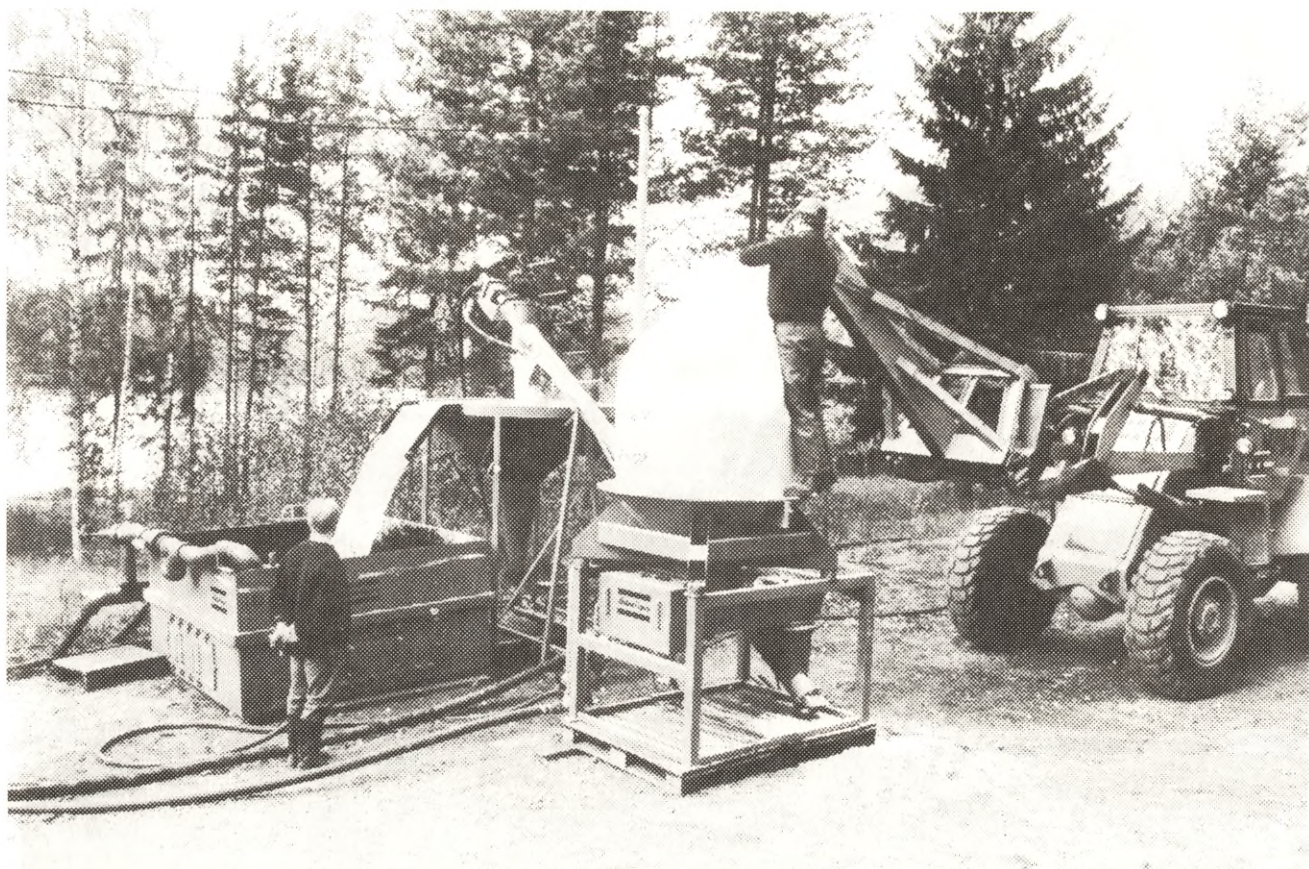


Bild 9. (Foto: Andre Maslennikov, Miljöbild/IBL.)



Bild 10. (Foto: Per-Erik Sandberg.)

HELIKOPTERKALKNING

Sterner Aero AB (Bild 11-12)

Denna kalkbehållare lastar 650 kg. Behållaren har också en 30-literstank för helikopterns drivmedel. Medan den ena kalkbehållaren töms fylls den andra på. Här ses spridning över sjö.



Bild 11. (Foto: Andre Maslennikov, Miljöbild/IBL.)



Bild 12. (Foto: Andrē Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

Laroy Flyg AB - Movab (Bild 13-15)

Lastar 550 kg. Tankning sker med 75 l drivmedel var 45:e minut. Båda helikopterfirmorna kan variera spridningslängd och spridningsbredd. Bild 14-15 visar kalkning av utströmningsområde.



Bild 13. (Foto: Per-Erik Sandberg.)



Bild 14. (Foto: Per-Erik Sandberg.)



Bild 15. (Foto: Andrej Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

KALKDOSERARE

Borlänge kalkaren - Nordmiljö AB (Bild 16)

Torrdoserare med skivvibratorer (ursprungligen från fiskfoder-automater). Denna modell drivs av ett 12 V bilbatteri. Digitalt styrd. Finns i varierande storlekar.

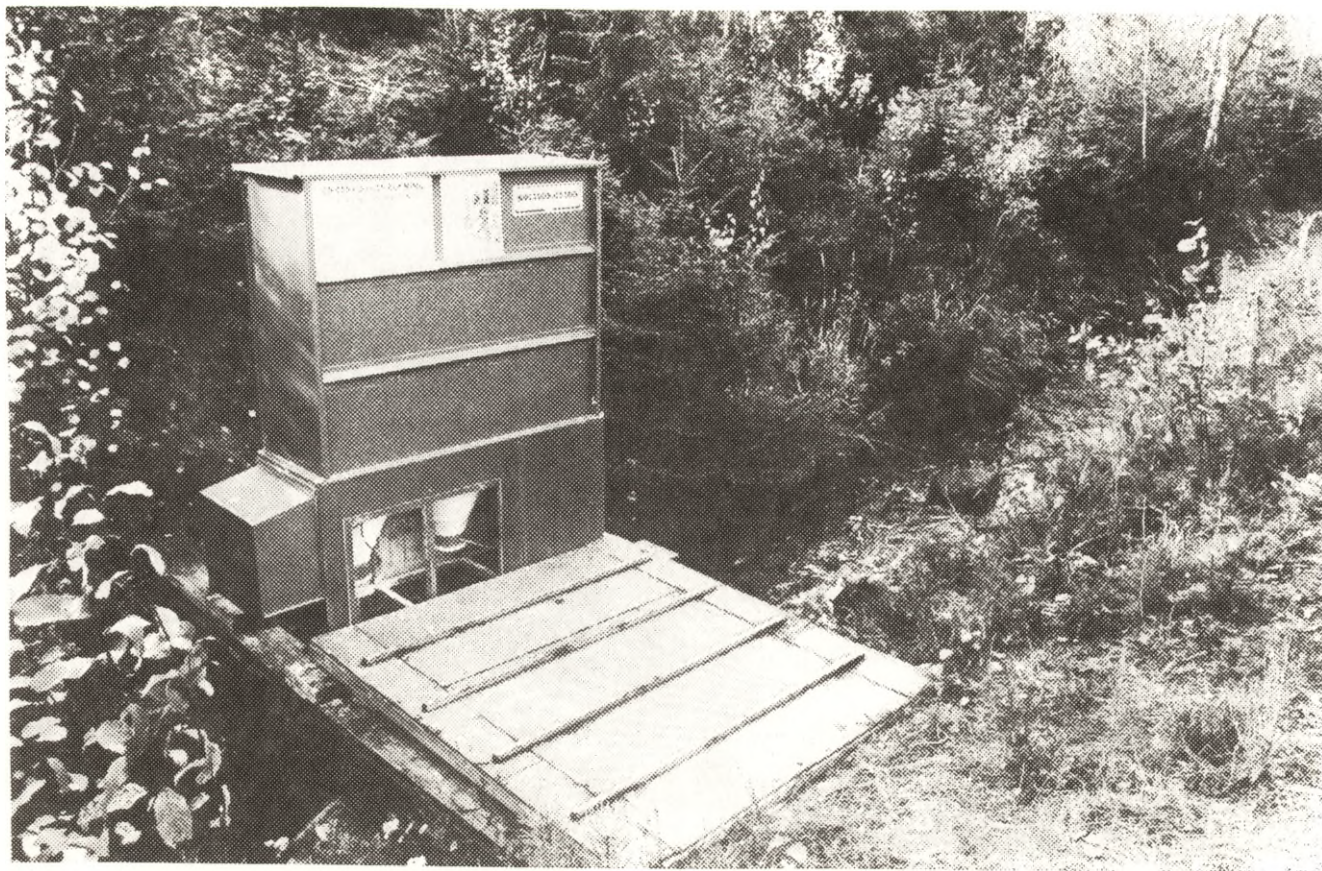


Bild 16. (Foto: Andrej Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

Boxholmskalkaren - Boxholm Konsult AB (Bild 17)

Vattendriven mekanisk torrdoserare. Genom en tilloppsränna fylles ett drivkärl som stälper när vattnet når en viss nivå. Varierande storlekar.



Bild 17. (Foto: Kjell-Arne Larsson, Miljöbild/IBL.)

Bolidendoserare - Boliden Kemi AB (Bild 18)

Semi-mobil torrdoserare med vätningsdel. Via mekaniska skruvar matas kalken ut till en behållare där den blandas med vatten. Kräver nätanslutning eller dieseldrivet elaggregat. Varierande storlekar.

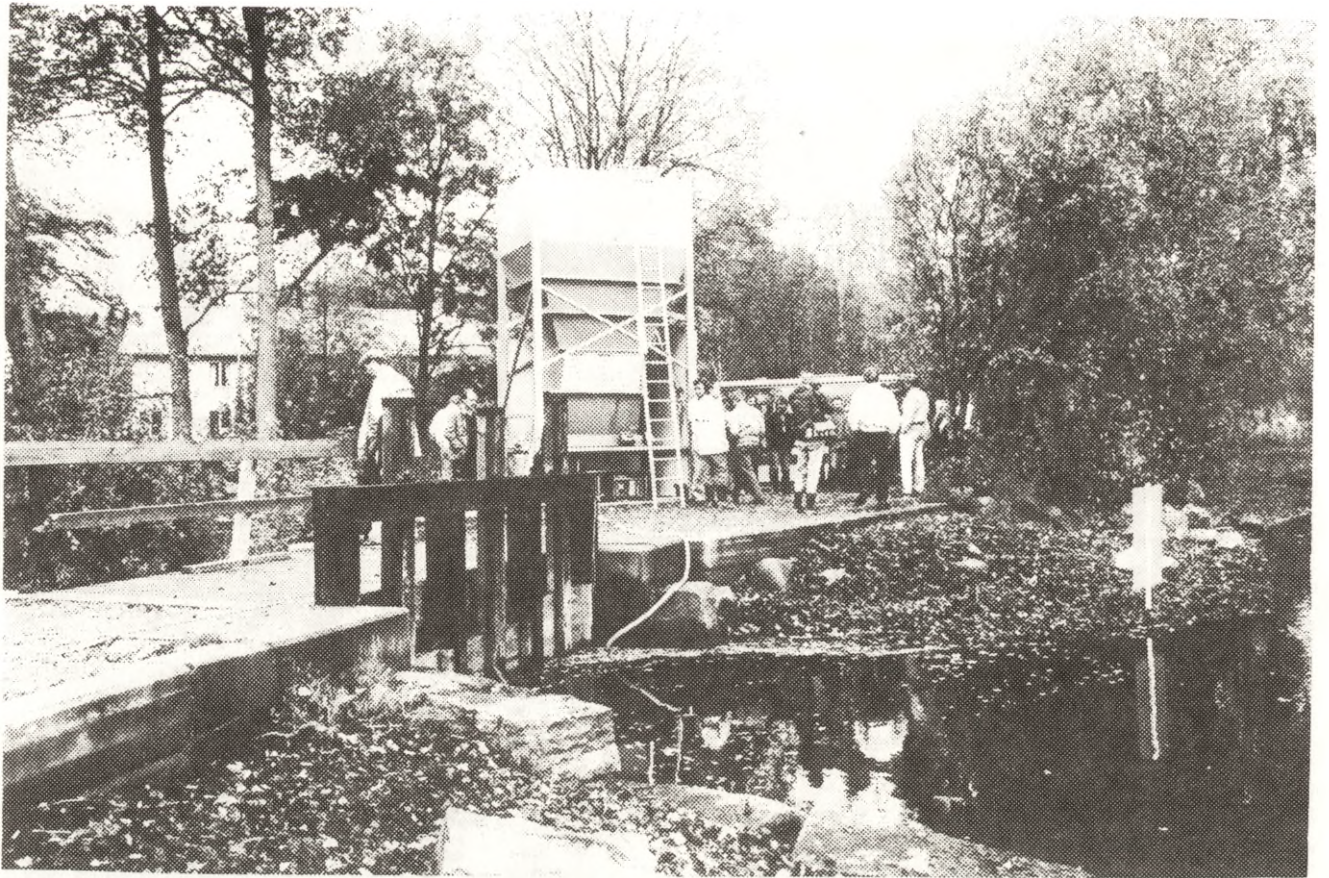


Bild 18. (Foto: Andrej Maslennikov, Miljöbild/IBL.)

MEDVERKANDE ARRANGÖRER

FISKERISTYRELSEN
Box 2565
403 17 GÖTEBORG
031/ 630 300

Bo Bengtsson
Anders Bogelius
Olof Lessmark

FISKERISTYRELSEN /SÖTVATTENSLABORATORIET
170 11 DROTTNINGHOLM
08/759 00 40

Erik Degerman
Per Nyberg

STATENS NATURVÅRDSVERK
Box 1302
171 25 SOLNA
08/799 10 00

William Dickson
Jan-Erling Larsson
Göran Persson
Eva Thörnelöf

SVERIGES FISKEVATTENÄGAREFÖRBUND
105 33 STOCKHOLM
08/787 53 90

Christer Carlsson
Lars-Åke Lindberg

FISKEVATTENÄGAREFÖRBUNDET I KOPPARBERGS LÄN
Parkgatan 5
791 71 FALUN
023/193 54, 193 62

Eva Grundelius
Per-Erik Sandberg

MEDVERKANDE UTSTÄLLARE

ATLAS COPCO AQUA TECHNIQUE
105 23 STOCKHOLM

BOLIDEN KEMI AB
Vattenvård
Box 902
251 09 HELSINGBORG

BORG INSTRUMENTS
Box 89
199 22 ENKÖPING

BOXHOLMKONSULT
Box 86
590 10 BOXHOLM

ENERCHEM AB
Dalbyvägen 5
223 60 LUND

AB HÄGGLUND OCH SÖNER
Fordonsdivisionen
Box 600
891 00 ÖRNSKÖLDSEVIK

JD LIME CONSULT
Box 552
824 01 HUDIKSVALL

MILJÖFÖRBÄTTRING AB
Fleminggatan 21
112 26 STOCKHOLM

MOVAB
Box 300 22
200 61 MALMÖ

NORDISKA MINERALPRODUKTER
Box 3
201 20 MALMÖ

NORDMILJÖ AB
Box 4085
136 04 HANDEN

SCANDIAKONSULT
Box 4560
102 65 STOCKHOLM

SVERIGES FISKEVATTENÄGAREFÖRBUND
105 33 STOCKHOLM

SVERIGES GEOLOGISKA AB
Box 801
951 28 LULEÅ

SMHI
601 76 NORRKÖPING

SVELAB
Box 3082
103 61 STOCKHOLM

SVENSKA KALKFÖRENINGEN
c/o Dalakalk AB
Box 85
795 00 RÄTTVIK

STERNER AERO AB
Box 8302
781 08 BORLÄNGE

TERRA-LIMNO CONSULT
Box 98
440 45 NÖDINGE

UDDAGÅRDSKALK
Box 714
521 01 FALKÖPING



År 1985 ordnades för första gången en kalkmässa i Sverige med inriktning på ytvattenkalkning. Föredrag från kalkmässan samt foton från fältdemonstrationer redovisas i denna rapport.

I fyra föredrag presenteras kalkningens genomförande och biologiska effekter. I bilagor redovisas adresser till medverkande utställare och arrangörer samt foton på befintlig kalkspridningsutrustning i aktion.