

# 1b

## Urval och representativitet

### FÖRFATTARE

Cecilia Andrén, ITM, Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Stockholms universitet

Björn Bergquist, Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet

Gunnar Persson, IMA, Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet

Kerstin Holmgren, Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet

Marcus Sundbom, ITM, Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Stockholms universitet

Anders Wilander (red.), IMA, Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet

# 1b

## Urval och representativitet

### FÖRFATTARE

Cecilia Andrén, ITM, Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Stockholms universitet

Björn Bergquist, Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet

Gunnar Persson, IMA, Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet

Kerstin Holmgren, Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet

Marcus Sundbom, ITM, Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Stockholms universitet

Anders Wilander (red.), IMA, Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet

### INNEHÅLL

#### Sammanfattning 107

#### Urvalsprinciper för undersökningsobjekt inom olika delprogram 107

#### Sjöar 107

Intensivundersökta kalkade sjöar 109

Intensivundersökta referenssjöar 109

Extensivundersökta kalkade sjöar 109

”Överdoseringsjöar” 109

Sjöar med avslutad kalkning 109

Area och vattenfärg för delprogrammets sjöar 110

#### Vattendrag 110

Intensivundersökta kalkade vattendrag 111

Intensivundersökta referensvattendrag 111

Extensivundersökta kalkade vattendrag 111

Vattendrag med avslutad kalkning 112

Storlek och vattenfärg för delprogrammets vattendrag 113

#### Kalkning 113

Kalkningsmetoder 115

#### Referenser 116

## SAMMANFATTNING

Representativiteten hos IKEU-objekten har aldrig avsetts att vara helt statistisk. Istället har ständigt försök gjorts att göra "stratifierade" urval så att alla typer av kalkade sjöar och vattendrag kan vara någorlunda representerade. Man kan konstatera att det egentligen är omänskligt att göra ett oantastligt urval när kunskapen om populationen om kalkade objekt framför allt vattendrag har varit begränsad. Därtill kommer att det sampel som ekonomin tillät har varit alldeles för liten för att klara av en sådan uppgift. Spännvidden hos IKEU-objekten täcker ofta större delen av spännvidden för landets kalkade vatten. IKEU-objekten kan därmed bedömas vara "representativa" för Sveriges kalkade sjöar och vattendrag.

IEU-programmet har efter hand utvecklats till att omfatta nio delprojekt (inklusive referenser) med olika inriktning.

De stora ansträngningar som gjorts vid projektets start och senare revisioner synes enligt genomgången nedan alltså ha givit en acceptabel, representativ bild av förhållandena i de kalkade vattnen. Därmed kan IKEU-objektens undersökningar av framför allt biota användas för att försöka beskriva tillstånd och utveckling i de kalkade vattnen.

## URVALSPRINCIPER FÖR UNDERSÖKNINGSOBJEKT INOM OLIKA DELPROGRAM

Vid IKEU-programmets start 1989 ingick 14 kalkade sjöar och 14 kalkade vattendrag. "Sjöarna har valts för att kunna beskriva ett 'genomsnitt av kalkade svenska sjöar'. Programmet har medvetet valt att inte välja objekt som kalkats med viss typ av metodik, utan istället förutsättningslöst valt att följa utvecklingen efter 'kalkning' i vid bemärkelse.

Urvalet av rinnande vatten har baserats på närhet till utvalda sjöar, tillgång till tidigare data och den geografiska spridningen. Om dessa kriterier har varit tillräckliga för att kunna beskriva 'ett genomsnitt av svenska kalkade vattendrag' har inte kunnat göras" (Appelberg & Aldén 1992).

Sedan dess har programmet utvecklats i takt med ökad kunskap om svenska kalkade sjöar och vattendrag.

Följande avsnitt är en redigerad beskrivning av urvalsprinciper tagen från IKEU's CD för data 2006 (G. Persson),.

**IKEU-programmet består nu av nio olika delprogram:**

- 1 Intensivundersökta kalkade sjöar
- 2 Intensivundersökta referenssjöar
- 3 Extensivundersökta sjöar
- 4 "Överdoseringsjöar"
- 5 Kalkavslutssjöar
- 6 Intensivundersökta kalkade vattendrag
- 7 Intensivundersökta referensvattendrag
- 8 Extensivundersökta kalkade vattendrag
- 9 Kalkavslutsvattendrag

Urval och representativitet för dessa redovisas i följande avsnitt.

Det ursprungliga IKEU-programmet omfattande intensivundersökta kalkade sjöar och vattendrag samt valda okalkade referenser. Programmet utvecklades därefter sommaren 2005 till att omfatta extensivundersökta kalkade sjöar och vattendrag. Minskande syradeposition gjorde att avslutning (anpassning) av kalkning blev aktuell i flera sjöar och vattendrag; därför kompletterades programmet 2007 med "kalkavslutsobjekt". Överkalkning har skett i många sjöar, men effekter av denna var dåligt kända och IKEU-programmet kom 2006 att omfatta ett antal överdoseringsjöar.

## SJÖAR

Inledningsvis redovisas representativiteten för IKEU-sjöarna som helhet i jämförelse med kalkade sjöar. Därefter presenteras förhållandena mellan de olika delprogrammets sjöar.

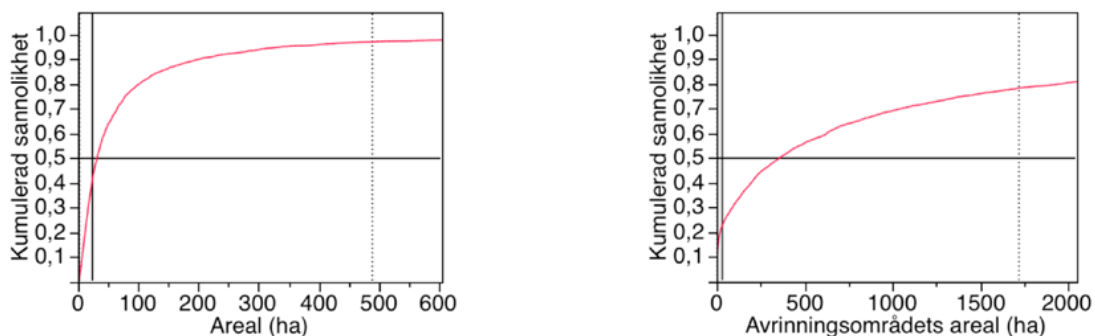
IKEU-sjöarna täcker väl det intervall i storlek som merparten av målsjöarna har (figur 1).

Depositionen av sulfat (torrt + vått nedfall) under perioden 2000–2003 varierade mellan 44 mekv/m<sup>2</sup>, år i Stora Härsjön i sydväst till 19 i Nedre Särnamansjön (Persson & Wilander 2004). Depositionen i IKEU-sjöarna spänner alltså väl över det intervall som gäller för Sverige med undantag för den nordvästliga delen av landet.

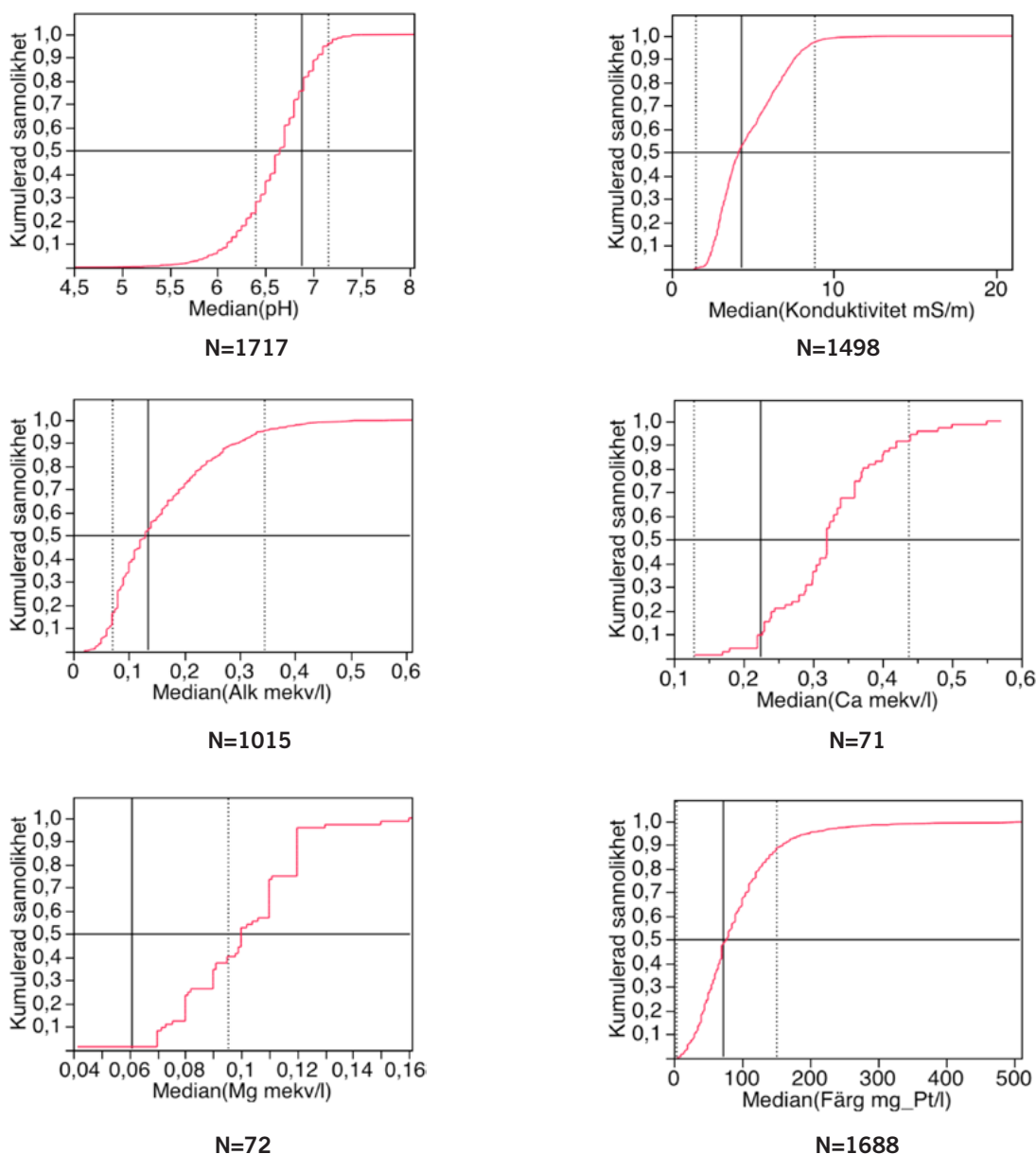
Jämförelser kan göras med databasen för vattenkemi för 2004. Ur den har sorterats sjöar som enligt T. Haag's databas är kalkade. Frekvensfördelningen för medianvärdena för dessa sjöar är avsatta i graferna nedan tillsammans med minimum-, median och maximumvärden för IKEU-sjöarna (figur 2).

Av figuren framgår att IKEU-sjöarna väl täcker de vattenkemiska förhållandena i de kalkade sjöarna, såsom dessa är redovisade i databasen för 2004. Vidare syns bristen på data för de flesta parametrar. Så gott

**FIGUR 1.** Sjöareal och avrinningsområdets areal för målsjöar. Frekvensfördelning. Inlagda är minimum, median och maximumvärden för IKEU-sjöar.



**FIGUR 2.** Frekvensfördelning för några vattenkemiska parametrar i kalkade sjöar för 2004 och som jämförelse minimum, median och maximumvärden för IKEU-sjöarna 2004. Antalet anger sjöar med rapporterade värden till kalkdatabasen.



som helt saknas värden för t.ex. sulfat (n=28) och ännu färre rapporterade värden finns för närsalterna.

Senare i år kan data från målsjöundersökningen hösten 2007 användas för att jämföra med de IKEU-sjöarna. Det ger då en bättre bild av representativiteten.

### 1 Intensivundersökta kalkade sjöar

Vid det ursprungliga valet av sjöar inom IKEU:s intensivprogram användes följande urvalsgrunder:

- varje sjö skulle representera en grupp kalkade vatten med typisk karaktär (gruppindelning baserades på omsättningstid, djup, area och färgtal, samt fyra olika typer av fisksamhällen)
- sjöarna skulle också representera typiska kalkningsobjekt i de aktuella regionerna
- sjöarna skulle ha egenskaper som ger bredast möjliga information om kalkningseffekter
- sjöarna skulle ha en bred geografisk spridning

Vid starten 1989 ingick totalt 14 kalkade sjöar i programmet. Upprämnen och Rödingträsket har senare utgått, och ersatts med den lilla fjällsjön Nedre Särnamannasjön 1993. År 2005 tillkom Nässjön och Blanksjön. Eftersom syftet med programmet var att följa den långsiktiga utvecklingen i kalkade vatten var de valda sjöarna kalkade 2–15 år före programmets start 1989.

### 2 Intensivundersökta referenssjöar

Sjöbeskrivningar/basdata för 17 sjöar inom två naturvårdsverksprogram används för att beskriva miljöutvecklingen i landet och utgöra referens till kalkade vatten. Sjöurvalet gjordes ursprungligen för att representera olika regioner i Sverige, speciellt vad gäller luftförorening och försurning av känsliga sjöar.

Det ursprungliga nationella miljöövervakningsprogrammet reducerades till 13 sjöar vid en programrevision 1995. För att tillgodose kalkningsverksamhetens behov av referenser tillfördes Övre Särnamannasjön 1993 och Örvattnet samt Lillesjö 2004. Jutsajaure utgick 2004. Även Årsjön, en länge använd sur referens i "kalkavslutningsprogrammet" har här placerats bland referenserna vilket ger 17 sjöar.

### 3 Extensivundersökta kalkade sjöar

De 26 sjöar som valts för extensiv provtagning skulle i stor utsträckning representera kalkade sjöar i allmänhet vilket åstadkoms genom att i ett första steg slumpvis välja sjöar ur hela populationen av kalkade sjöar följt av vidare val baserade på lämplighet. Metoden innebär att relativt lite kringdata kan finnas för vissa sjöar.

- Urvalet baserades på en databas innehållande alla målsjöar, alla åtgärdssjöar samt kombinerade åtgärds- och målsjöar.
- Bland målsjöarna (inkl. mål+åtgärdssjöar) valdes slumpmässigt 150 st och bland rena åtgärdssjöar 100 st för slutligt urval till 21 målsjöar och 5 åtgärdssjöar.
- Bland dessa slumpvalda sjöar valdes en grupp med pH-mål 5,6 bland vilka slutgiltigt 6 st skulle väljas. Två sjöar med pH-mål 6,3 skulle också väljas men inga sådana fanns i urvalet.
- I det vidare urvalet skulle relativt små sjöar prioriteras så att sjöstorleken inom IKEU matchade sjöstorleken i populationen av kalkade sjöar.
- Slutligen skulle ev. "välundersökta" sjöar i slumpurvalet prioriteras speciellt vad gäller provfisken.
- Minst en extensivundersökt sjö borde finnas i varje vattendistrikt med försurning.

### 4 "Överdoseringsjöar"

De 10 sjöar som valts för undersökning av ev. biologiska effekter av höga kalkdoser och kalkhalter samt högt pH och buffertkapacitet har i första hand sökts bland rena åtgärdssjöar med hög alkalinitet, i andra hand bland kombinerade åtgärds- och målsjöar.

Eftersom överdoserade sjöar ofta är små och används för att utjämna kalktillförsel till nedströms liggande målobjekt har sjöar mindre än genomsnittet accepterats i denna grupp.

- Urvalet har gjorts framför allt bland sjöar med hög registrerad buffertförmåga (alkalinitet > 0,3 mekv/l) och hög arealspecifik kalkdosering (i mån av data-tillgång).
- Bland sjöarna valdes 25 st ut för slutligt val, Bland dessa nedprioriterades sådana med extremt hög vattenfärg och/eller mycket variabelt pH (i mån av datatillgång).
- Sjöar som sannolikt varit försurade före kalkning prioriterades upp liksom sådana med tidigare mätdata och god tillgänglighet.

### 5 Sjöar med avslutad kalkning

I mitten av 1990-talet diskuterades vilka effekter en avbruten kalkning kunde få. Få experiment för att studera detta fanns att tillgå och för att följa effekterna avslutades kalkningen i 2 välundersökta sjöar (Långsjön och Trehörningen) i Åvaåns vattensystem söder om Stockholm. En aldrig kalkad sur referenssjö (Årsjön) ingick också i undersökningen. I dessa sjöar har löpande provtagningar gjorts sedan dess. Bägge sjöarna har relativt hög halt av organiskt material (humusämnen) vilket bör innebära att de naturligt är svagt sura. Nuvarande reduktion av kalkningen har

aktualiserat studier av denna typ i fler sjöar och ytterligare 4 sjöar har inkluderats i programmet. De ligger i Mellansverige och har surhets känsliga organismer, bl.a. mört, elritsa, röding och öring. Storlek, omsättningstid och vattenfärg bildar en gradient inom gruppen. Det begränsade antalet både av sjöar och år medför att de inte redovisas vid jämförelser med sjöar i andra delprogram. Däremot finns utvärderas de i de vattenkemiska avsnitten för IKEU-sjöar.

### Area och vattenfärg för delprogrammets sjöar

De sjöar som valts för undersökningar inom IKEU:s delprogram har valts med delvis olika urvalskriterier. Som en följd av detta varierar de olika gruppernas egenskaper något, vilket påverkar sjöarnas egenskaper och biologiska samhällen. Sjögruppernas egenskaper med avseende på storlek och vattenfärg framgår av tabell 1. En tydligare bild ger boxgraferna i figur 3.

Gruppen av intensivundersökta kalkade sjöar har den största ytan tätt följd av gruppen av intensivundersökta referenssjöar. De extensivundersökta sjöarna har något mindre och mycket homogen storlek. Överdoseringsjöarna är minst, vilket följer av deras användning som utjämnande kalkmagasin för nedströmssjöar. En liten sjöstorlek följer bl.a. att många fiskarter inte kan leva i sådana sjöar.

Vattnets färg är en viktig karaktär och av stor betydelse för försurningskänsligheten. Dessutom påverkas biota av bruna humusämnen. Fördelningen för vattenfärg inom de olika delprojektens sjöar framgår av tabell

2. Av boxgraferna framgår fördelningen bättre (figur 4).

Vattenfärgen mäter humushalten i sjöarna och här framgår att de intensivundersökta IKEU-sjöarna är något humusrikare än referenserna. Betydligt högre humushalter finns i extensivsjöarna där minst 50 % av sjöarna har halter som överstiger de båda första gruppernas medianvärden. Vattenfärgen i "överdoseringsjöarna" är låg och liknar den i referenssjöarna.

### VATTENDRAG

Liksom för IKEU-sjöarna beskrivs vattendragens representativitet fört i relation till alla kalkade vattendrag och därefter redovisas förhållandena mellan delprojektens vattendrag.

Storleken på vattendragens avrinningsområden har betydelse för vattenföring och kan därmed påverka biota. Storleksfördelningen för IKEU-vattendragen framgår av figur 5.

Figuren visar att merparten av IKEU-vattendragen har mindre avrinningsområden är landets kalkade målvattendrag. Detta motsäger det resultat som Persson & Wilander (2004) rapporterade 2004, något som kan bero på ändringar i hur målområden definieras; en sammanslagning av mindre målområden har skett.

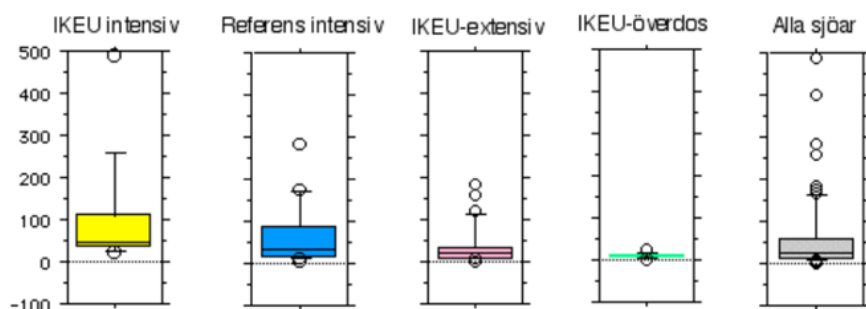
Att data redovisas för ett fåtal vattendrag beror på att de för närvarande inte lätt kan identifieras som kalkade. Identiteter är fortfarande mycket bättre organiserade för sjöar än för vattendrag.

Depositionen av sulfat (torrt + vått nedfall) under

TABELL 1. Fördelning av sjöyta i de olika delprogrammets sjöar.

Sjöyta (ha)	IKEU-intensiv	Referens intensiv	IKEU-extensiv	IKEU-överdos	Alla sjöar
Medelvärde	99	67	35	10	58
Median	42	31	20	10	24
Minimum	19	4	1	4	1
Antal/grupp	15	17	26	10	72

FIGUR 3. Sjöyta. Fördelning av i de olika delprogrammets sjöar. Boxplotter som nedifrån ger 25, 50 (median) och 75 percentiler. 10 och 90 percentiler visas som "morrhår".



perioden 2000–2003 varierade mellan 43 mekv/m<sup>2</sup>, år i Lillån till 15 mekv/m<sup>2</sup>, år i Arån (Persson & Wilander 2004). Liksom för sjöarna kan den spännvidden anses täcka depositionen i landet.

Beträffande vattenkemi har data för några parametrar valts för att beskriva representativiteten. Som jämförelse har data för slumpvis valda kalkade vattendrag från riksinventeringen 2000 använts (figur 6).

## 6 Intensivundersökta kalkade vattendrag

Det ursprungliga vattendragsprogrammet omfattade 7 vattendrag, i huvudsak valda på grund av att undersökningar tidigare genomförts i dessa. Till år 1994 genomfördes en omfattande revidering av vattendragsprogrammet varvid flera vattendrag uteslöts och bland de som behölls flyttades vissa provtagningslokaler. I det nya programmet för rinnande vatten ingick inledningsvis totalt 15 kalkade vattendrag av vilka 12 fortfarande kvarstår. År 2005 tillkom sex ytterligare vattendrag. Urvalsgrunderna för vattendragen i 1994 års program var:

- att vattendragen skulle vara fördelade över sex olika naturgeografiska regioner.
- att inom varje region skulle tre vattendrag som representerar var sin kalkningsmetod ingå (uppströms sjökalkning, doserare och våtmarkskalkning).
- att avrinningsområdet skulle domineras av skogsmark
- att avrinningsområdets storlek låg i intervallet 25–250 km<sup>2</sup>
- att öring ingick i fiskfaunan och att provtagningslokaler dominerades av hårdbottnar

Med utgångspunkt från de tre sistnämnda kriterierna upprättades en urvalsbas som omfattade 240 kalkade vattendrag. För att få ett objektiva och representativa urval gjordes sedan ett slumpmässigt urval av vattendrag där en representant för varje kalkningsmetod slumpades ut inom varje region. På grund av att det inte fanns lämpliga representanter för alla kalkningsmetoder inom alla geografiska regioner kom tyvärr programmet att omfatta endast 15 vattendrag mot planerade 18 vattendrag. Exempelvis var den alpina regionen bara representerad av ett vattendrag.

## 7 Intensivundersökta referensvattendrag

Mätningar i 15 okalkade referensvattendrag startade 1997. De skulle användas inom IKEU-programmet som referens till de kalkade vattendragen samt för att beskriva utvecklingen beträffande surhet/försurning och klimat. Urvalet av vattendrag gjordes ursprungligen för att representera olika regioner i Sverige på liknande sätt som de intensivundersökta kalkade vattendragen och omfattade då 15 vattendrag. Detta minskades senare till 11. För att tillgodose kalkningsverksamhetens behov av fler referenser tillfördes ytterligare 6 referens vattendrag 2004. Hammarbäcken, en länge använd referens i ”kalkavslutningsprogrammet” placerades inledningsvis bland referenserna, men har sedan förts över till kalkavslutningsprogrammet.

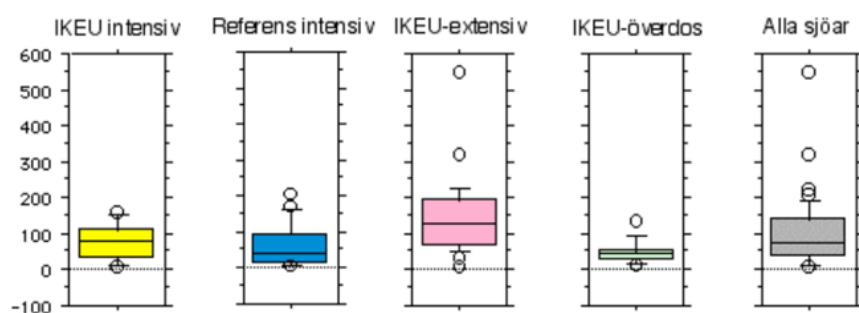
## 8 Extensivundersökta kalkade vattendrag

De 26 vattendrag som valts för extensiv provtagning skulle i stor utsträckning representera kalkade

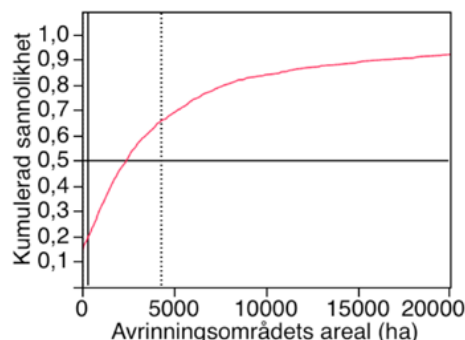
TABELL 2. Fördelning av värden för vattenfärg (mg Pt/l; omräknat från absorbans) i de olika delprogrammets sjöar

Vattenfärg (mgPt/l)	IKEU-intensiv	Referens intensiv	IKEU-extensiv	IKEU-överdos	Alla sjöar
Medelvärde	76	64	146	45	95
Median	75	40	123	43	68
Minimum	5	6	7	10	5
Maximum	160	205	545	135	545

FIGUR 4. Fördelning av värden för vattenfärg (mg Pt/l; omräknat från absorbans) i de olika delprogrammets sjöar.



**FIGUR 5.** Kalkade vattendrags avrinningsområden. Frekvensfördelning för kalkade vattendrag och minimum, median och maximumvärden för IKEU-vattendrag.



vattendrag i allmänhet vilket åstadkoms genom att i ett första steg slumpvis välja relativt många möjliga vattendrag följt av vidare val baserade på lämplighet. Metoden innebär att relativt lite kringdata kan finnas om vissa vattendrag.

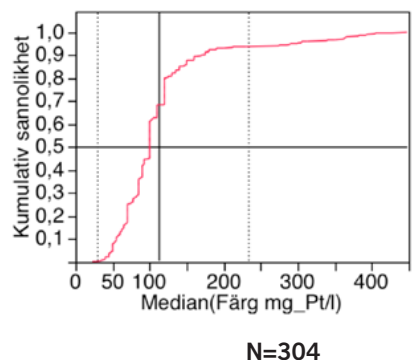
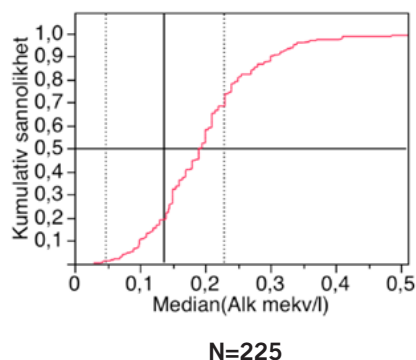
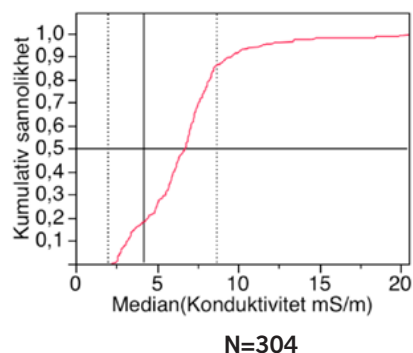
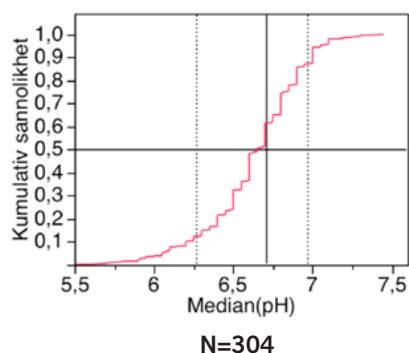
- Urvalet baserades på en databas med 1800 kalkade vattendrag.
- Bland vattendragen valdes 90 st vattendrag för slutligt val av 26 vattendrag.

- Ur detta första urval valdes en grupp med pH-mål 6,5 ur vilken slutligen 6 vattendrag skulle ingå i programmet. Bland vattendrag med mål-pH 7,3 valdes slutligt 2 st.
- I det vidare urvalet prioriterades vattendrag med relativt små ytor uppströms målpunkt eller målsträcka så att urvalet (inklusive intensivprogrammets vattendrag) skulle bli proportionellt mot målpunkternas avrinningsområden i den kalkade vattendragspopulationen.
- Slutligen eftersträvades att extensivvattendragen skulle ha en länsvis fördelning som motsvarade populationen av kalkade vattendrag.

### 9 Vattendrag med avslutad kalkning

När effekterna av avbruten kalkning började undersökas i två sjöar i Åvaområdet (se delprogram 5) startades motsvarande studier i fjällvattendragen Hammarbäcken och Djursvasslan i Lofsdalen. År 2006 gjordes undersökningar nedströms en stängd doserare i Örvallsbäcken och undersökningarna fortgår nu på 2 stationer på olika avstånd från doseraren. En referenspunkt uppströms har också tillförts referensprogrammet. Äldre data finns från Örvallsbäcken.

**FIGUR 6.** Vattenkemiska förhållanden. Frekvensfördelning för slumpvis utvalda kalkade vattendrag och lägsta, median och högsta värde för IKEU-vattendrag. Vattendrag från riksinventeringen 2000.





## Storlek och vattenfärg för delprogrammets vattendrag

De vattendrag som valts för undersökningar inom IKEU:s delprogram har valts med delvis olika urvalskriterier. Som en följd av detta varierar de olika gruppernas egenskaper något vilket påverkar vattendragens egenskaper och biologiska samhällen. Här visas vattendragsgruppernas egenskaper i två viktiga avseenden: vattendragens storlek och deras vattenfärg (tabeller 3 och 4). En tydligare bild visar boxgraferna för vattendragens avrinningsområden (figur 7).

För alla intensivundersökta vattendrag anges avrinningsområdets yta uppströms den vattenkemiska provtagningspunkten. För de extensivundersökta vattendragen anges målområde, oftast identiskt med SMHI:s hela avrinningsområde. Extensivvattendragens avrinningsområden är därför inte jämförbara med de övrigas.

Av tabell 3 och figur 7 framgår framför allt att de intensivundersökta vattendragen är mindre än de kalkade. Ca 75% av referensvattendragen har mindre ytor än medianstorleken för intensivundersökta IKEU-vattendrag.

Vattenfärgen i de olika delprogrammets framgår av tabell 4. Vattenfärgen i IKEU-programmets vattendrag visas dessutom som boxgrafer i figur 8.

Vattenfärgen mäter humushalten i vattendragen och här framgår att såväl medel- som medianvattenfärg är mycket lika i de fyra vattendragsgrupperna. Referensvattendragen har något mer varierande färg än övriga grupper. Humushalten är högre i vattendragen (ofta ca 2ggr) än i sjöarna men de extensivundersökta kalkade sjöarna har färg i nivå med vattendragen.

## KALKNING

Kalkningens intensitet i IKEU-vattnen kan jämföras med de data som sammanställdes av T. Haag 2006. Frekvensfördelningen för kalkade sjöar och vattendrag har ett stort spann, något som bl.a. kan bero på att våtmarkskalkningar sker med stora doser medan sjökalkning kan ge goda resultat med små doser i mindre påverkade områden av Sverige. Kalkningar av IKEU-vattnen 2001–2006 (sammanställt av B. Bergquist) visar att de väl täcker landets spännvidd beträffande kalkningsdoser (figur 9).

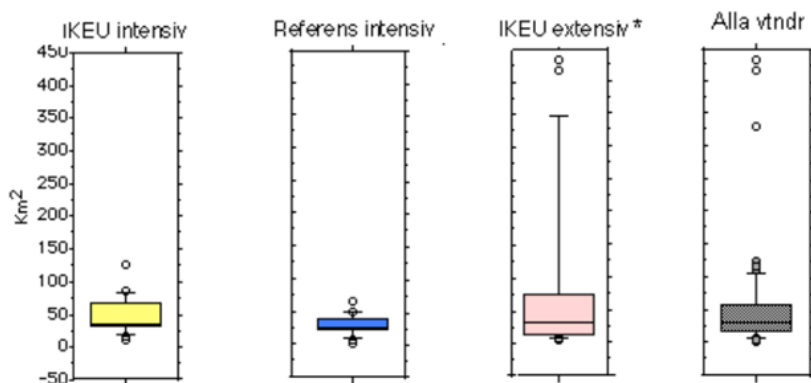
Bland de olika IKEU-vattnen finns uppenbarligen sådana som har en onödigt hög kalkdos.

**TABELL 3.** Avrinningsområden för IKEU-vattendrag. Fördelning av värden i de olika delprogrammets vattendrag.

Avrinningsområde vid mätpunkt* (km <sup>2</sup> )	IKEU-intensiv	Referens intensiv	IKEU-extensiv*	Alla vattendrag
Medelvärde	47,6	30,3	82,3	55,5
Median	36,7	27,0	33,6	33,1
Minimum	12,7	3,1	5,6	3,1
Antal/grupp	24	18	18	63

**FIGUR 7.** Avrinningsområden. Fördelning av i de olika delprogrammets vattendrag.

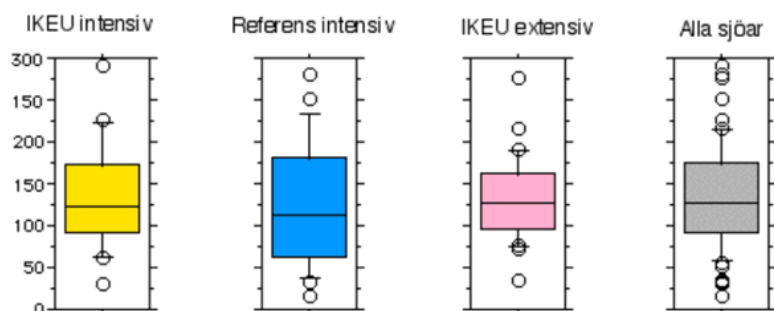
Boxplottar som nedifrån ger 25, 50 (median) och 75 percentiler. 10 och 90 percentiler visas som "morrhår".



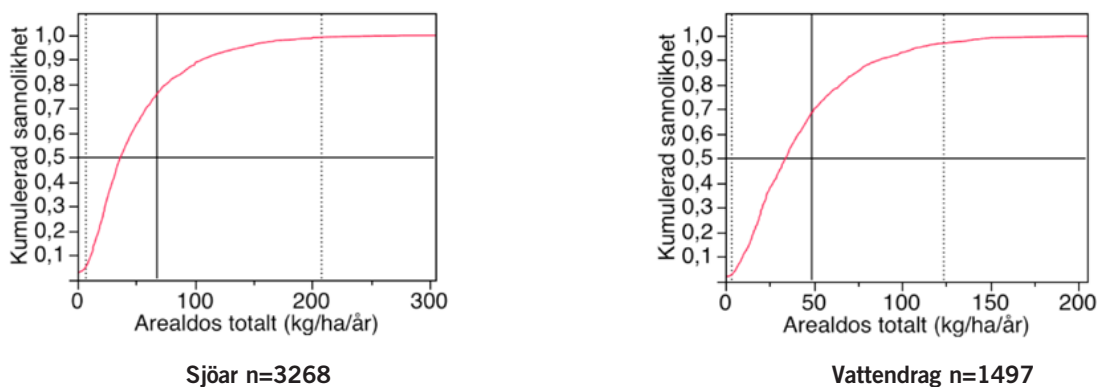
**TABELL 4.** Vattenfärg (mg Pt/l; omräknat från absorbans). Fördelning av värden för i de olika delprogrammets vattendrag.

Vattenfärg (mgPt/l)	IKEU-intensiv	Referens intensiv	IKEU-extensiv	Alla vattendrag
Medelvärde	133	127	130	131
Median	120	110	126	125
Minimum	30	15	33	15
Maximum	290	280	275	290

**FIGUR 8.** Vattenfärg. Fördelning av värden för vattenfärg (mg Pt/l; omräknat från absorbans) i de olika delprogrammets vattendrag.



**FIGUR 9.** Kalkningsdos (kg/km<sup>2</sup>,år). Frekvensfördelning för i landets kalkade sjöar och vattendrag och som jämförelse minimum-, median och maximumvärden för kalkdoser i IKEU-vattnen 2001–2006.



**TABELL 5.** Kalkningsmetoder. Sammanställning (%) av för kalkade vatten enligt kalkningsplanering och för IKEU-objekten. (Persson & Wilander 2004).

Metod	Kalkade sjöar	IKEU-sjöar	Kalkvattendrag	IKEU-vattendrag
Sjökalkning	82	67	62	34
Våtmarkskalkning	14	22	28	31
Doserarkalkning	5	11	10	23

**TABELL 6.** Kalkningsmetoder. Antal använda metoder i intensivundersökta IKEU-objekt. (Data B. Bergquist).

Objekttyp	IKEU-objekt	X-objekt	Y-objekt	Antal metoder
Sjö	Blanksjön	623175	146111	1
Sjö	Bösjön	680235	141799	2
Sjö	Ejgdesjön	653737	125017	2
Sjö	Gyltigesjön	629489	133906	2
Sjö	Gyslättsjön	633209	141991	2
Sjö	Källsjön	683582	154935	2
Sjö	Lien	663216	148449	3
Sjö	Nedre Särnmanssjön	683421	133742	2
Sjö	Nässjön	634180	133441	1
Sjö	Stengårdshultasjön	638317	138010	2
Sjö	Stensjön	656419	164404	2
Sjö	Stora Härsjön	640364	129240	1
Sjö	Tryssjön	670275	146052	3
Sjö	Västra Skälsjön	664620	148590	2
Vattendrag	Arån	696162	139931	1
Vattendrag	Blankan	627329	134657	2
Vattendrag	Enån	664180	137230	1
Vattendrag	Enångersån	682643	156574	3
Vattendrag	Haraldsjöån	662341	148103	3
Vattendrag	Hovgårdsån	630918	131602	1
Vattendrag	Hästgångsån	638300	140841	2
Vattendrag	Källsjöån	683325	155490	2
Vattendrag	Lillån	628918	133221	2
Vattendrag	Ljungaån	637597	131335	3
Vattendrag	Rökeå	623265	136734	2
Vattendrag	Skuggälven	654453	123326	2
Vattendrag	Storselsån	706197	163689	1
Vattendrag	Stridbäcken	704600	167431	2
Vattendrag	Svanån	638465	137573	2
Vattendrag	Sällevadsån	636512	148894	1
Vattendrag	Tosthultsån	624495	141023	2
Vattendrag	Ådalsån	695588	156997	2

## Kalkningsmetoder

De viktigaste kalkningsmetoderna som används idag är sjökalkning, våtmarkskalkning och doserarkalkning (tabell 5).

Bland IKEU-sjöarna kalkas en större andel med uppströms doserare än bland de kalkade sjöarna; ett exempel är Lien. Även för IKEU-vattendragen är det en liten övervikt för doserare i jämförelse med landets kalkade vattendrag.

Många kalkningsområden kalkas idag med flera olika metoder (tabell 6). Med mer än en metod kalkas ca 40% av alla IKEU-sjöar och ca 2/3-delar

av IKEU-vattendragen. För de intensivt undersökta IKEU-objekten är

Vid IKEU-programmets start kalkades sex sjöar med en metod, vilket kan jämföras med nuvarande tre.

Den möjlighet att studera effekter av olika kalkningsmetoder som var ett urvalskriterium finns inte alls numera. Men användningen av flera olika kalkningsmetoder är idag vanlig i de flesta åtgärdsområden och fördelningen av kalkningsmetoderna är sannolikt representativt för målsjöar och -vattendrag.

## REFERENSER

Appelberg, M. & Aldén, U. 1992. Integrerad uppföljning av kalkningens effekter på sjöar och vattendrag – en treårsrapport. Inf. Sötvattenslab. Drottningholm Nr 4 1992.

Bergquist, B., Wilander, A., Borg, H., Edberg, F., Engblom, E., Andersson, H.C., Reizenstein, M., Appelberg, M. & Svensson, T. 2000. Kalkade vattendrag – miljö kvalitet och biologisk mångfald. Naturvårdsverket Rapport 5076

Persson, G. & Wilander, A. 2004. Utvecklingen av IKEU inför 2000-talet; redovisning av ett utredningsuppdrag. Inst. f. miljöanalys Rapport 2004:25